

GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC "MUTATIONS INDUSTRIELLES"
CNRS, Entreprises, Agences Publiques, Ministères
Groupement de Recherche CNRS numéro 43 0002
26, boulevard Richard Lenoir - 75011 PARIS
Tél. 48.07.05.85

LES SYSTÈMES EXPERTS À LA RATP EXPÉRIMENTATIONS ET RÉFLEXIONS

Martine Blanc
Elsie Charron
Michel Freyssenet

Décembre 1988

Cette recherche, initiée par Monsieur Richard du SCRIB, n'a pu être réalisée que grâce à la participation active et intéressée de tous ceux qui ont été impliqués dans les expérimentations SE

Simone Aubert a assuré la retranscription des entretiens enregistrés.

Yvonne Pauly a composé ce rapport.

S O M M A I R E

INTRODUCTION

1. ORIGINE ET PRÉSENTATION DES SYSTÈMES-EXPERTS

- 1.1. Les SE, une autre informatique?
- 1.2. Émergence de la forme originale des systèmes experts
- 1.3. Éléments de distinction des systèmes experts
- 1.4. Les systèmes experts en redéfinition dans le "monde réel"

2. RUFUS, UN SYSTÈME EXPERT DE DIAGNOSTIC DE PANNE

- 2.1. L'origine de l'Activité SE à la RATP. Le choix de la première application: Rufus
- 2.2. Les conditions du dépannage à FR: les motivations de l'équipe de conception et les objectifs de Rufus
- 2.3. La réalisation de la maquette au démonstrateur
- 2.4. La deuxième phase de Rufus

3. LES EXPÉRIENCES À LA C.C.A.S.

- 3.1. L'activité de la CCAS et les conditions de sa réalisation
- 3.2. Les objectifs et attentes des différents promoteurs de l'expérience SE
- 3.3. NEXPERT: ses particularités et ses potentialités
- 3.4. Constitution des équipes de conception
- 3.5. Les groupes de suivi et les contributions
- 3.6. Élaboration de la base de connaissances
- 3.7. L'évaluation des maquettes: richesse d'expertise et accessibilité pour l'une, rapidité d'exécution et clarté de présentation pour l'autre
- 3.8. L'insertion des SE dans le système de travail

4. LES SYSTEMES EXPERTS AU ROUTIER

- 4.1. Les conditions du lancement de l'expérience
- 4.2. Le contexte actuel de l'activité des dépôts
- 4.3. La coopération interservices et la composition de l'équipe
- 4.4. La première maquette: caractéristiques d'évaluation
- 4.5. Développement de la seconde maquette
- 4.6. L'insertion dans l'activité quotidienne

5. LE SYSTÈME EXPERT D'AIDE AU REPROFILAGE DE ROUES

- 5.1. L'outil et le domaine d'application
- 5.2. La démarche choisie pour l'élaboration du SE et son contenu
- 5.3. Quelle sera la validation?

6. ENSEIGNEMENTS, QUESTIONS, PROBLÈMES SE DÉGAGEANT DES EXPÉRIMENTATIONS SE RÉALISÉES

- 6.1. Les objectifs: ambiguïté, empilement, diversité, évolution et dérive, propres à une phase d'expérimentation
- 6.2. Les domaines d'application des SE
- 6.3. La composition de l'équipe de conception
- 6.4. Les savoir-faire sont-ils formalisables sans appauvrissement ni simplification?
- 6.5. Les différentes conceptions des SE élaborés et les questions qu'elles soulèvent
- 6.6. La validation technique et l'évaluation socio-économique des maquettes
- 6.7. La "maintenance" des SE

CONCLUSION

INTRODUCTION

La RATP a, ces dernières années, procédé à l'élaboration de plusieurs "maquettes" de Systèmes Experts (SE) dans les domaines divers pour explorer les potentialités et les utilisations possibles de ces nouveaux outils. Les "expérimentations" ont été initiées par un groupe "transversal" composé de personnes sensibilisées aux SE, avec l'appui logistique du SCRIB et le soutien financier de la direction générale. Elles sont aujourd'hui suffisamment nombreuses et avancées pour qu'en soit faite une évaluation et que des orientations pour l'avenir en soient dégagées.

C'est dans ce cadre que se situe la présente recherche. Il s'est agi, afin de nourrir la discussion sur ces opérations et d'en faciliter le bilan, de recueillir et d'analyser quel en a été le vécu, quelles sont les réflexions et les leçons qu'en tirent les différents protagonistes, et quelles sont les réactions que suscitent les systèmes experts au-delà du cercle des personnes directement impliquées dans leur élaboration.

Partant des informations recueillies, les auteurs de cette enquête ont essayé en outre d'établir dans quelle mesure les systèmes experts découlant des recherches sur l'Intelligence Artificielle, préfiguraient une "nouvelle informatique", et d'en analyser la conception et la place du point de vue de l'évolution de l'organisation et des rapports de travail.

Cinq "expérimentations" ont été étudiées, concernant plusieurs secteurs de l'entreprise et plusieurs domaines d'expertise, dont la réalisation s'est étalée dans le temps, en recourant à des fournisseurs et à des outils différents. Leur présentation et leur analyse font l'objet des chapitres 2 à 5, à la suite du chapitre 1 qui rappelle l'origine et les ambitions des systèmes experts. Ces chapitres ont été conçus relativement indépendamment les uns des autres de telle sorte que le lecteur peut en prendre connaissance directement. De même, si, connaissant l'essentiel des cas étudiés, il veut aller aux enseignements, questions et problèmes généraux que dégagent les acteurs de l'activité SE et les auteurs de ce rapport, il pourra se reporter au 6ème et dernier chapitre, ainsi qu'à la conclusion.

Ce travail a été réalisé à partir d'entretiens approfondis, et parfois répétés ¹, menés de Janvier à Juin 1988, auprès des membres des équipes de conception, de certains membres du "groupe transversal", des responsables des services ayant accueilli les expérimentations et du service Informatique. Qu'ils soient tous ici remerciés de leur collaboration confiante. Aux entretiens se sont ajoutés quelques documents et la démonstration du fonctionnement des différentes maquettes. La compréhension des situations a été facilitée par des recherches antérieures menées notamment dans les ateliers d'entretien du ferré et du routier ².

¹ Soit au total 27 entretiens.

² Charron E., Freyssenet M., Imbert F., « L'évolution des représentations du travail d'entretien du matériel roulant du réseau ferré RATP », CSU, Paris, 1986, 28 p. « L'évolution des représentations du travail d'entretien du matériel roulant du réseau routier RATP », CSU, Paris, 1986, 91 p.

1. ORIGINE ET PRÉSENTATION DES SYSTÈMES-EXPERTS

1.1. Les SE, une autre informatique?

Les SE comme nouveaux outils informatiques sont apparus, en France, dans les premières années de la décennie. Leur caractéristique première était d'être des objets techniques issus d'un champ particulier des sciences de traitement de l'informatique: l'Intelligence Artificielle (IA). Cette filiation réelle d'avec l'IA, alors même que ladite Intelligence Artificielle apparaissait devoir être porteuse d'une nouvelle informatique, ou plus précisément constitutive d'approche distincte en informatique, a pu conduire à en attribuer les traits aux SE

Les perspectives initiales dessinées lors de la constitution du champ de l'IA étaient celles d'une extension du traitement de l'information à la quasi totalité des activités humaines. Autrement dit, il s'agissait bien de l'extension de l'informatique au-delà de ces domaines traditionnels, à savoir le calcul et les données formalisées. L'Intelligence Artificielle se proposait d'exhiber des outils pouvant simuler l'acte de penser.

Aux États-Unis, les postulats radicaux affichés par les pères de l'IA ont suscité des réactions critiques de la part de philosophes, relayés même plus tardivement par des chercheurs en IA. On pense en particulier ici à Weisenbaum. Là où H. Dreyfus formule des critiques radicales sur les fondements mêmes de l'IA, Weisenbaum met en doute la pertinence technique du projet initial en même temps qu'il énonce une opposition de nature éthique.

L'Intelligence Artificielle s'est constituée aux USA à partir de l'imbrication, très précoce et réelle, de trois disciplines: les sciences du traitement de l'information; la psychologie et essentiellement la psychologie dite cognitive; la linguistique. Elle s'est distinguée en particulier de l'approche cybernétique par le concept de système de traitement de l'information. Ce concept permet de désigner un espace similaire entre les processus mentaux humains et des formalisations relevant des sciences de l'ordinateur. Là où le behaviorisme, duquel la cybernétique était proche, faisait jouer le stimulus et la réponse, l'IA désigne un espace existant entre le stimulus et la réponse, où se jouent les processus d'apprentissage, de raisonnement, d'association d'idées. C'est bien de cet espace que l'IA propose de se saisir.

Les premiers travaux, menés par Simon et Newell, vont porter sur les jeux d'échecs et la démonstration de théorèmes mathématiques. Concernant le jeu d'échec, la tentative de formaliser les pratiques des joueurs va faire apparaître rapidement la nécessité d'éviter de considérer tous les cas possibles pour produire le déplacement d'un pion. L'écriture du formalisme ad hoc devait être telle que ne soient envisagés que les cas de figures les plus pertinents, compte tenus de la disposition des pièces et du but à atteindre.

Ce type d'écriture met en jeu une nouvelle approche dite heuristique d'un problème à résoudre. Pour ce faire, H. Simon et Newell pratiquent assez précocement des entretiens auprès des joueurs pour saisir les cheminements de leur pensée.

Progressivement, l'IA va permettre une saisie d'énoncés dits déclaratifs: c'est-à-dire produire une capacité à entendre des propositions langagières et à interpréter celles-ci en propositions pouvant être traitées par l'informatique.

En 1956, les travaux de Mac Carthy conduisent à la production d'un nouveau langage, le langage LISP, qui sera le langage de l'IA et ce jusqu'à nos jours. Au début des années soixante-dix, « l'IA s'attaque à la question de savoir comment représenter les connaissances usuelles », comme l'écrit H. Dreyfus. Feigenbaum, père de ce que l'on appelle l'ingénierie de la connaissance et dont le livre *La Cinquième Génération* a suscité quelques remous, est représentatif de ce tournant.

1.2. Émergence de la forme originale des systèmes experts

Les travaux de Feigenbaum ont conduit à la production de « Dendral », qui apparaît dans les articles consacrés aux SE comme la préfiguration des SE. Ils ne furent guère encensés aux États-Unis, de l'avis même de Feigenbaum; celui-ci, s'adressant aux chercheurs IA lors d'un congrès, leur disait: « *vous travaillez sur des problèmes de jeux. Les échecs et la logique sont des problèmes de jeux. Si vous arrivez à les résoudre, vous n'avez guère résolu qu'un problème de jeu. Allez donc dans le monde réel et attaquez-vous à ses problèmes* »³.

On peut apercevoir que le changement préconisé de domaine contient un changement de perspectives radicales dans la mesure où la proposition faite par Feigenbaum tend à changer le lieu et les acteurs pour lesquels les SE auront à être validés comme étant pertinents, et à inclure une dimension opérationnelle. Feigenbaum développe d'ailleurs un argumentaire économique autour de la formalisation possible de connaissances professionnelles⁴.

En dépit des réticences de la communauté scientifique en IA, cette perspective sera prolifique. Les travaux menés par Shortcliff produiront successivement Mycin, puis E. Mycin, qui, dépassant la préfiguration qu'offrait Dendral, constitue la forme technique aboutie des systèmes experts. Sa particularité est, en effet, de proposer une disjonction entre deux ensembles: l'ensemble des connaissances; l'ensemble des procédures de traitement de connaissances.

À partir des connaissances « extraites » du savoir-faire du ou des spécialistes du domaine concerné, un cognicien dégage des procédures de traitement dont la généralité les rend autonomes des connaissances dont elles sont issues. Formalisées et architecturées, ces procédures constituent ce que l'on appelle le « moteur d'inférence ». Les « connaissances » proprement dites sont ensuite mises dans les formes requises par ledit moteur.

1.3. Éléments de distinction des systèmes experts

Aujourd'hui de nombreux outils sont disponibles sur le marché. Il convient de distinguer les SE des générateurs de SE. Cette distinction recouvre en grande partie les systèmes dits à la carte, dans le développement duquel intervient un cognicien, et les pro-

³ *La Cinquième Génération* aborde la question de l'IA et de la place qui lui revient dans la production d'une nouvelle famille d'ordinateurs. Ce qui a pu frapper dans ce livre, c'est l'avertissement lancé par les auteurs, quant à l'importance du programme japonais en la matière et les retombées militaro-industrielles de la réalisation d'un tel programme, p. 87.

⁴ En dépit d'un schématisme regrettable, on pourrait comprendre ce qui serait une déclinaison dans le champ de l'IA, comme un « effet » de ce que Janicaud appelle la potentialisation. Le livre de Feigenbaum offre certes une lecture d'une opérationnalité tournée vers la Puissance.

giciels de développement SE, implantés sur des micro-ordinateurs somme toute banaux, qui ne requièrent plus aussi expressément la présence d'un cogniticien.

Les systèmes dits à la carte résultent d'un processus de conception partant de l'acquisition des connaissances pour aller à l'écriture du moteur d'inférence. Les générateurs de SE proposent un moteur d'inférence et une méthodologie d'écriture des règles permettant une mise en forme immédiate des connaissances, cohérente avec la logique du moteur d'inférence proposé.

De l'avis de certains spécialistes scientifiques, seuls les premiers systèmes auraient les caractéristiques fondamentales des SE, contrairement aux seconds qui ne pourraient plus être reconnus comme tels.

L'absence de définitions homogènes de l'outil a motivé la décision, lors des journées nationales du GRECO-IA à Toulouse en 1988, d'envoyer un questionnaire précis aux concepteurs/producteurs de SE. Cette enquête devait contribuer également à éclaircir l'état de l'art et d'avancement des projets ou travaux de développement de systèmes experts en France. *Le Monde Informatique* affirmait récemment, en effet, que les SE considérés comme tels ne fonctionnent pas, et que paradoxalement ceux qui fonctionnent ne sont pas reconnus comme étant des systèmes experts par la communauté scientifique.

Hors les engouements quasi médiatiques et les bilans apologétiques, on peut retenir d'une part les difficultés d'opérationnalisation des SE et d'autre part l'importance croissante des générateurs de SE sur le marché.

1.4. Les systèmes experts en redéfinition dans le « monde réel »

Outil fortement spécifié à l'origine, les SE deviendraient un outil plus banal, d'usage parfois inattendu. Cette évolution peut en particulier être illustrée par celle de la place accordée au cogniticien. Dans les premiers projets, les pratiques de formalisation du cogniticien étaient très différentes de celles des informaticiens. Aujourd'hui, ces derniers peuvent avec les générateurs de SE et la collaboration des services utilisateurs écrire les règles. Dès lors, ce sont plutôt les rapports entre les services utilisateurs et le service informatique qui sont mis en jeu.

Par ailleurs, compte tenu d'une part des outils proposés sur le marché et d'autre part de l'évolution des attentes et des objectifs associés à l'usage de ces outils par les entreprises utilisatrices, la configuration de l'équipement de développement va également être l'objet d'une redéfinition. C'est aussi la succession des étapes dans le développement qui va être mise en jeu. Enfin, la possibilité d'échapper progressivement aux spécificités matérielles (des machines LISP, le Macintosh) et au langage LISP joue en faveur d'une plus grande maniabilité.

Progressivement, la forme technique originale des SE se trouve en redéfinition, alors même que se redessinent les contours des domaines de connaissance devant être formalisés.

On passe de champs du type « diagnostic industriel » recouvrant des savoirs et des pratiques vastes dans certains cas, à des parcelles de savoir de plus en plus fines. Plus généralement, alors que le spécialiste mis en situation de laboratoire pouvait s'extraire des conditions d'exercice de sa profession et jouer pleinement le rôle de dépositaire de connaissances, l'expert a à rendre compte d'une expertise dont les conditions d'exercice ont à voir avec des pratiques de travail soumises à une organisation et pouvant assurer une position professionnelle.

Là où en situation de laboratoire, la désignation du domaine de connaissances pouvait s'extraire des conditions sociales et professionnelles de l'exercice de celles-ci, cette abstraction n'est plus possible dans le « monde réel ». Les acteurs et les agents sociaux se saisissent de la forme technique originale et contribuent à la redéfinir, compte tenus des objectifs qui sont les leurs, en opérant un déplacement dans le choix des outils offerts par le marché, dans les domaines à traiter, dans la constitution des équipes de conception et dans l'usage des SE élaborés.

1.5. Commentaires du tableau

Tel qu'il se présente, le tableau « restitue » une évolution quasi linéaire de l'IA vers les SE en trois phases successives.

Il permet d'apercevoir les modifications d'environnement traduites dans les termes de « Systèmes-Experts en redéfinition ». Cependant, tel qu'il est construit, il opère un lissage puisque, d'une certaine façon, l'objet de recherche se trouve sur le même plan que le produit/objet de travail.

Compte tenu du point de vue initial qui était de repérer la succession des formes techniques d'un même objet, étant entendu que les formes étaient l'expression des conditions de production de l'objet technique, on a privilégié fortement les dimensions reconnues spécifiques à l'objet et comment étaient travaillées ces spécificités.

En maintenant une distinction forte entre l'objet de recherche et l'outil de travail, il paraîtrait pertinent de faire jouer les « spécificités » du système-expert comme outil de travail relativement au développement plus général qui affecte l'informatique, en particulier la micro-informatique.

La « perte » de certaines spécificités fortes des systèmes-experts, en particulier matérielles, les possibilités de développement sur micro, la tendance à pouvoir se saisir de « progiciels » conduisent à banaliser le système-expert en même temps qu'il apparaît proche in fine de produits relevant de la micro-informatique.

On peut, à ce titre, rappeler que certaines expérimentations ont fait jouer très directement cette proximité en mobilisant la philosophie de l'informatique des utilisateurs porteuse d'un double signe : celui d'une extension continue de l'informatisation mieux "maîtrisée" par les utilisateurs : celui d'un "malaise" quant à la place, aux modes d'intervention, aux contours nouveaux des compétences des informaticiens, du service informatique central.

2. RUFUS, UN SYSTEME EXPERT DE DIAGNOSTIC DE PANNE

2.1. L'origine de l'activité SE à la RATP. Le choix de la première application: Rufus

L'expérience du SE Rufus, comme d'autres expériences ultérieures de SE à la RATP, trouve son origine dans la réflexion menée en 1984, dans le cadre du programme de recherche sur le Réseau 2000, par l'observatoire technologique sur les possibilités offertes par les nouvelles techniques informatiques et leur impact à plus ou moins long terme. Les techniques de programmation de l'IA en général, et les systèmes experts en particulier, étaient alors l'objet de débats dans les milieux scientifiques et universitaires.

Ils suscitaient l'intérêt des entreprises à travers la mise en oeuvre de leurs premières applications expérimentales.

Les systèmes experts, par leurs qualités énoncées de capacité de traiter des connaissances pratiques non formalisées ou peu formalisées, de maintenabilité plus aisée, n'exigeant pas pour les remises à jour la refonte complète des programmes initiaux, se présentaient comme des outils informatiques permettant d'aborder des domaines non traitables jusqu'alors par l'informatique traditionnelle, comme des outils rendant possible une informatique plus proche des utilisateurs.

Suite à une étude faisant le point sur l'état des techniques existantes et proposées aux entreprises, le SCRIB prit la décision de lancer une expérience d'application des systèmes experts.

Un groupe de travail "interdirections" sur les systèmes experts fut créé pour élaborer des propositions. Participait à ce groupe de travail, en tant qu'intervenant extérieur, Monsieur Alain Bonnet, spécialiste des systèmes experts, professeur à l'ENST, Conseiller Scientifique de la Société Cognitech (1), qui avait mis au point le logiciel Cognitif, et qui était le partenaire choisi par le SCRIB pour la réalisation du système.

Trois propositions de SE furent présentées par le groupe de travail, toutes trois dans le domaine de la maintenance technique, domaine qui avait été désigné par la Cognitech comme particulièrement adapté.

Les trois propositions étaient: aide à la maintenance des escaliers mécaniques ; aide à la maintenance électrique des autobus ; assistance au "contremaître visiteur" (CV) pour le dépannage des trains.

Le choix entre les trois a été effectué à partir d'une courte étude de Monsieur Bonnet qui, après prise de contact avec les experts possibles pour chacune d'entre elles et les services concernés, leur a appliqué six critères d'analyse discriminants, pris dans la "grille d'évaluation des applications potentielles" de la Cognitech.

Les six critères seront les suivants:

1. Niveau de complexité des problèmes.
2. Intérêt de débloquer une situation par une décision rapide éventuellement prise dans des conditions non optimales, voire stressantes.
3. L'intérêt économique.
4. La motivation des experts rencontrés.
5. L'aisance des experts à décrire les problèmes et leurs moyens de résolution.
6. L'enregistrement informatique des problèmes, dans le passé, facilitant la validation future de la maquette. Ce dernier point ne concernait pratiquement que le domaine de la maintenance des escaliers mécaniques.

Les deuxième, quatrième et cinquième points pèseront particulièrement dans le choix. C'est la proposition d'aide au "contremaître visiteur" avancée par le service AME (Atelier de Maintenance des Equipements) de FR qui sera retenue pour l'application expérimentale.

Le financement de l'étude menant à la réalisation de la maquette sera pris en charge par le SCRIB et par FR. La participation financière de cette dernière a été la mise à disposition du temps de quatre mois de travail de l'expert. Temps estimé par la Cognitech pour la réalisation d'une maquette au démonstrateur.

DEPLACEMENTS DES OBJETS A TRAITER

Ajustements usages po- tentiels usages possibles	I.A. pensée jeux d'échec mathématiques	Ingénierie des connaissances/SE spécialité expertise tâches-fonctions
--	---	--

DEPLACEMENTS DANS LA CONSTITUTION DE L'EQUIPE

	être humain/ joueur/ mathématicien	spécialiste	expert	utilisateur
ajustement entre l'offre et la demande	cogniticien (1) (extraction/ formalisation)	cogniticien (2) capacité à asso- cier à un type de connaissances un moteur d'infé- rence parmi plu- sieurs disponibles	détenteur d'une représentation formalisée de l'activité où s'insère le S.E.	

DEPLACEMENTS DANS LE PRIMAT DE L'ARCHITECTURE

constitution de l'offre en particu- lier gamme de M.I.	Acquisition-formalisation	moteur d'inférence
	Moteur d'inférence comme élément quasi invariant outils méthodologiques	{ Acquisition formalisation

DEPLACEMENT DANS L'USAGE

outil individuel d'aide à la décision	outil collectif de diffusion des connaissances	outil supportant l'expression des besoins en infor- matique pour un service donné
	outil supportant une normalisation des procédures de travail	

2.2. Les conditions du dépannage à F.R.; les motivations de l'équipe de conception et les objectifs de Rufus

Dans la période où a été élaboré le projet du SE Rufus, FR participait à deux autres expériences de systèmes experts d'aide à la maintenance, en collaboration avec les constructeurs du matériel roulant. Le projet Rufus a été pensé et proposé, en revanche, au sein de la RATP par un membre du groupe transversal SE, ingénieur du service "utilisateur", le service Méthodes Organisation. L'expert qui a été désigné a pris part à l'élaboration du projet. Sa mise en oeuvre, avec l'appui du SCRIB, a été le résultat d'une collaboration directe entre les concepteurs du projet et la société Cognitech, collaboration sous la forme particulière de l'apport de deux compétences : celle de l'expert d'une part, et celle du cogniticien d'autre part.

L'équipe de conception de Rufus a été donc composée de trois personnes: pour la RATP, l'ingénieur, auteur de la proposition responsable du projet, et l'expert (2), ancien contremaître visiteur, travaillant aux études: tous deux du service Méthodes Organisation, et le cogniticien pour la Cognitech.

Le contexte du service et notamment les premières conclusions tirées des expériences SE auxquelles participait FR, mais aussi les motivations de chacun des concepteurs, leurs diverses attentes par rapport à l'outil SE, ont contribué à définir les objectifs donnés à l'expérience Rufus et le contenu du SE

2.2.1. Les premières expériences SE à F.R. et les objectifs assignés à Rufus

L'objectif premier de Rufus, comme pour les autres propositions faites dans le cadre du groupe de travail RATP sur le SE, était de tester l'outil. Pour Cognitech de faire la démonstration de sa faisabilité technique. Dans la proposition de FR, il y avait également l'objectif d'explorer les avantages et les désavantages d'un SE tel que Rufus, par rapport à des outils informatiques d'aide à la maintenance embarqués sur les trains.

Les avantages énoncés des SE, comme approche permettant une expression fine de la connaissance, suscitaient l'attente de pouvoir en faire à la fois un outil efficace d'aide à la maintenance et un outil de formation, de transmission des savoirs, d'enrichissement des capacités d'expertise des agents utilisateurs. C'est ce dernier aspect pédagogique, compris d'un point de vue de l'utilisateur sur le terrain qui motivait particulièrement l'expert.

Au moment où est initié le projet Rufus, FR avait déjà une longue pratique dans la conception des outils de test, et une expérience qui débutait, à travers deux applications, sur des outils informatiques de test utilisant une approche SE

L'introduction de l'électronique dans le matériel roulant dans les années 1970, et notamment l'arrivée des premiers matériels MF77, se sont accompagnées du développement d'outils de test, d'aide à la maintenance pour des ensembles ou des sous-ensembles de trains. Une partie de l'activité des Etudes et du service Méthodes et Organisation est de concevoir ces outils. Le recours à des "testeurs" était justifié par les services Etudes par la complexité accrue des nouveaux matériels roulants, et la nécessité de disposer de paramètres fiables pour optimiser le traitement des avaries et l'entretien courant. En même temps, la plus grande modularisation des nouveaux matériels roulants, par rapport aux générations plus anciennes, rendait possible l'utilisation des outils de test.

Avec les micro-processeurs, les matériels plus récents permettront d'aller plus loin dans cette voie. Depuis le matériel MI79 du RER, ils comportent, dès leur conception, des systèmes de test informatiques, placés au sein même de certains sous-ensembles, embarqués sur les trains, permettant ainsi leur suivi en temps réel. D'une manière générale, les testeurs embarqués sont des outils informatiques de type algorithmique, sauf deux d'entre eux pour lesquels une expérience d'approche par SE a été réalisée.

La première expérience SE est le système d'aide à la maintenance du SACEM (le pilotage automatique du RER), le deuxième, le SIAD, est un système d'aide au diagnostic pour la maintenance des hacheurs de courant des motrices sur le matériel MI84 du RER (3). Comme pour les autres testeurs informatiques, classiques, les deux SE sont des systèmes d'aide au diagnostic, autonomes, sans opérateur, et embarqués.

Dans les deux cas, l'approche SE avait été choisie en raison de la plus grande souplesse qu'elle semblait offrir, comparativement au traitement algorithmique de l'informatique classique. Elle permet en effet de réaliser plus aisément des mises à jour, sans modifier profondément les programmes des testeurs (4). Dans les deux expériences, la base de connaissances est au départ réduite (5). Elle devait être modifiée et remise à jour par les concepteurs au fur et à mesure que des paramètres nouveaux seraient connus, notamment à l'aide de l'outil lui-même. Mais il est apparu dans les deux expériences que, réunir les avantages d'une approche SE et ceux de la saisie en temps réel, n'est pas sans présenter des difficultés. Dans le cas du système de maintenance de SACEM, le calculateur qui supporte le SE n'avait pas, pour des raisons de puissance de calcul, la rapidité nécessaire pour fonctionner en "embarqué".

Cette difficulté a été contournée dans le SIAD en n'implantant sur le train que l'arbre de décisions, c'est-à-dire la forme compacte, la compilation de la base de règles. En revanche, cette solution présenterait le désavantage, selon les concepteurs de FR, de ne fournir sur le train que des règles terminales (à 80%) et de ne pas permettre une expression aussi fine des connaissances.

Afin de tester les possibilités réelles de représentation des connaissances des SE et d'explorer simultanément les autres potentialités attachées à ce type d'approche, le projet Rufus, présenté par l'AME, sera lui totalement différent.

Les trois grandes idées qui ont motivé l'équipe de conception de Rufus ont été de faire:

- un système à poste fixe et non plus un système embarqué;
- un système capable d'intégrer le diagnostic sur tout le train (et non seulement sur un ensemble ou sous-ensemble donné) et de tenir compte des impératifs de la ligne et de l'atelier ;
- un système destiné à être utilisé par le CV, et donc "permettant de raisonner non pas seulement sur une logique de diagnostic de panne, mais également en tenant compte de la façon dont le CV va travailler", c'est-à-dire un système "architecturé" de telle sorte que l'intervenant ne s'épuise pas en déplacements (par exemple, ne pas demander à la suite un renseignement à recueillir en tête du train et un autre en bout...) et intégrant un contrôle de cohérence des réponses (6).

2.2.2. Le matériel roulant choisi pour l'expertise

Le matériel roulant choisi ne sera pas le matériel le plus récent, mais un matériel ancien, le MS61, en pleine évolution. "Un matériel qui allait faire la jonction avec les matériels électroniques", et pour lequel une expérience, un savoir faire, une expertise existaient, susceptibles de servir pour d'autres matériels.

Le MS61 est aussi un matériel qui ne disposait quasiment pas, à l'époque, d'outils de test de 1er échelon, conçus eux pour le matériel électronique. Enfin, c'est un matériel "plus simple" que les matériels modernes, puisqu'il a un nombre moindre de fonctions. Mais en même temps, sa maintenance requiert un savoir faire très grand, dans la mesure où il est un matériel peu modulaire (7).

Accessoirement, le choix de ce matériel peut s'expliquer aussi par le fait que c'est un matériel qui est utilisé sur les mêmes lignes et dans les mêmes conditions que le MI79 et le MI84. Sa maintenance, son dépannage sont effectués par les mêmes CV en ligne et les mêmes ateliers d'entretien. Il se prêtait donc à une comparaison plus aisée avec les systèmes embarqués.

2.2.3. Le contenu du SE L'activité du contremaître visiteur et le choix du domaine d'expertise

2.2.3.1. Qui était l'utilisateur prévu ?

Le contremaître visiteur qui effectue le dépannage de premier niveau est un agent très qualifié (8). Le dépannage implique qu'il possède, en plus d'une bonne formation professionnelle de départ, une connaissance approfondie du matériel roulant, notamment des modifications qu'il a subies, et un grand savoir faire pratique. Leurs compétences augmentent donc avec l'exercice de leur métier.

Pour les concepteurs de Rufus, et notamment pour l'expert, l'optimisation du dépannage, la fiabilité du diagnostic, sont directement liées à la compétence du "visiteur". Le système était donc censé s'adresser aux débutants, au CV moyen. Il devait pouvoir les "assister" dans des aspects de leur travail immédiat, tout en leur permettant d'acquérir plus rapidement une compétence. Selon l'expert, l'objectif de départ de Rufus était d'aider le visiteur à s'adapter au mieux à toutes les prises de décision... C'était de favoriser la mise en oeuvre du métier de visiteur (9).

2.2.3.2. La proposition initiale d'"assistance au visiteur"

Elle s'appuyait sur une réflexion, non seulement sur l'aspect technique du travail de dépannage, mais aussi sur les conditions d'exercice du métier de visiteur, et les contraintes auxquelles celui-ci doit faire face. Elle comprenait trois domaines d'expertise proposés par l'expert : les liens avec l'exploitant, la localisation rapide des "blocs" sur les trains, et l'aide au diagnostic.

a. Les relations avec l'exploitant

C'est en fonction des "signalements" des conducteurs transmis par le P.C.C. que le visiteur doit prendre très rapidement la décision d'arrêter ou non le train pour un dépannage immédiat, ou bien de faire un B.R. (bulletin de réforme) pour un dépannage différé. C'est en fonction des signalements que les CV font un pré-diagnostic leur permettant d'aller plus directement vers la panne. Les visiteurs travaillent fréquemment à partir de signalements imprécis (10).

L'aide que pouvait apporter un SE aux dépanneurs, selon l'expert, était "de savoir poser au PCC les questions pertinentes qui aident à préciser le signalement", ou bien "quand on a affaire à des signalements imprécis, de parvenir néanmoins à établir un pré-diagnostic plus serré". La mise en oeuvre d'un SE dans ce domaine aurait impliqué de parvenir à rassembler des savoir faire dispersés, de recueillir les différents avis, les différentes manières utilisées par les visiteurs.

b. La localisation des "blocs" sur les trains.

C'est une des difficultés que rencontre le visiteur débutant (11). "Si la compréhension des schémas eux-mêmes ne pose pas de problème, aller localiser les blocs sur les trains c'est beaucoup plus long en général". Le SE, dans ce domaine, devait être, selon l'expert, "une sorte de bibliothèque", une base de données à jour, pour "aider à gagner du temps au visiteur".

c. L'aide au diagnostic

La proposition initiale concernait le diagnostic sur tout le train et entendait le dépannage au sens large, c'est-à-dire englobant aussi bien les connaissances formelles que les astuces, les recettes, les divers raccourcis logiques, qu'implique la démarche d'un dépanneur sur le terrain (12).

Les trois sous-domaines précédents étant liés, le SE dans la proposition initiale se voulait pédagogique selon l'expert. Il était un peu comme le traditionnel calepin du visiteur sur lequel celui-ci note, tout au long de sa vie de travail, les informations utiles, les cas rencontrés, les solutions trouvées (13). A ceci près qu'il ambitionnait d'être "un calepin plus élaboré et fiable", plus complet et plus collectif. L'outil SE dans son aspect pédagogique était imaginé par l'expert comme pouvant être proche des procédures informelles de transmission des connaissances sur le terrain. Parvenir à l'idéal du SE qui serait un "calepin amélioré" supposait de pouvoir recueillir une expérience multiple, et que l'outil puisse être enrichi par l'expérience individuelle et collective.

2.2.3.3. Le seul domaine d'expertise retenu pour la maquette de Rufus sera finalement celui de l'aide au diagnostic.

En raison d'une part du temps imparti pour la mise en oeuvre de la maquette, d'autre part des choix qu'imposaient les principaux objectifs assignés à l'expérience : la comparaison avec les systèmes embarqués et la faisabilité technique, le diagnostic apparaissait alors comme le domaine par excellence du SE (14). Les performances en ce domaine étaient également, selon l'expert, "les plus facilement mesurables et quantifiables".

Parmi les pannes possibles, trois grandes catégories d'entre elles seront retenues pour élaborer la maquette :

- les pannes des portes. Elles sont celles qui gênent le plus l'exploitant. Elles présentent peu de difficultés techniques pour le dépannage, mais ce sont des pannes longues. Elles nécessitent de visualiser de nombreux paramètres distants entre eux. La localisation linéaire exige aussi du visiteur beaucoup de déplacements.
- les pannes réhostatiques. Elles concernent des circuits en haute tension fermés et verrouillés, non accessibles aux visiteurs. "Pour y accéder, il faudrait arrêter la tension sur le train et alors on ne pourrait plus dépanner". "On dispose sur elles de peu de moyens d'investigation" du moins formels... Il existe des recettes de dépannage, qui permettent de viser des paramètres par des moyens détournés, acquises par l'expérience collective.
- les pannes de "motrice inactive". Cette rubrique recouvre un vaste ensemble de pannes, à la fois les plus fréquentes et aux origines et aux causes les plus diverses, exigeant pour leur traitement une bonne expérience.

Le champ ainsi délimité pour Rufus est loin de comprendre tous les cas des pannes. Il est cependant le plus large de tous ceux traités par les expériences SE à la RATP.

2.3. La réalisation de la maquette ou démonstrateur

Telle qu'elle était définie dans le plan de travail de la Cognitech, la maquette a été menée à terme en quatre mois, à raison de deux journées hebdomadaires de travail du Cogniticien et de l'expert dans un premier temps, et de deux semaines à plein temps dans la phase finale.

Sa réalisation compte quatre étapes qui se sont en partie chevauchées. Les deux premières ont consisté à réaliser le programme de manière théorique et à l'essayer à l'ordinateur. Le système a été ensuite mis au point sur le terrain, afin de le corriger et de le compléter. Il a été enfin testé pour la validation.

La maquette a été réalisée en langage LISP sur un ordinateur LP5 (et reprise ensuite sur Macintosh) à partir du logiciel Cognitif. "C'est un produit fait sur mesure". Bien que le but du démonstrateur était essentiellement de faire la preuve de la faisabilité du système, la maquette comprend une importante base de règles (350 environ) recouvrant deux niveaux : le niveau de la fonction et le niveau interfonctions (15). Le système a pris en compte dans la démarche du diagnostic les raccourcis logiques, les procédures, les recettes, etc., mais non le raisonnement statistique probabilistique (il n'y a pas de coefficient de vraisemblance) (16).

L'architecture du système reposait sur un partage clair des compétences entre le cogniticien et l'expert (17), ce qui entraînera des conséquences évidentes de dépendance à l'égard du fournisseur pour le développement et la maintenance du système.

Néanmoins, sans qu'il y ait eu transfert des connaissances ni des savoir-faire respectifs, la mise en oeuvre de la maquette a exigé dans la pratique une forme de collaboration impliquant la prise en compte des contraintes mutuelles et des deux formes d'approche et de raisonnement. Le rôle de l'expert n'a pas été seulement de donner son savoir tel quel, et celui du cogniticien de le traduire sous forme de logiciel SE... Le SE Rufus est présenté par les concepteurs à F.R. comme le produit de la coopération étroite entre les personnes qui ont constitué le binôme cogniticien-expert.

2.3.1. La démarche de l'expert en situation d'expertise et la démarche de terrain

2.3.1.1. Le point de départ pour la formulation des connaissances et des savoir-faire, le plus adapté au SE, s'est révélé être celui qui se rapprochait le plus de la démarche de terrain.

La première difficulté rencontrée par l'expert était celle de parvenir à expliciter ses connaissances et de trouver la formulation la plus adéquate pour les besoins du SE

A l'inverse d'une situation de dépannage dans laquelle le point de départ est la panne, il devait pour la première étape rassembler les cas de pannes possibles, en partant du schéma, et expliciter la démarche de diagnostic pour chacun des cas.

Afin d'être exhaustif, et transmettre d'une manière logique son savoir au cogniticien, il y aura, dans cette première étape, une démarche très algorithmique. Rapidement, il prendra conscience que cette démarche n'était pas la plus adaptée pour le SE. Tout d'abord, contrairement au but recherché, elle ne permettait pas de rendre compte de ses connaissances d'une manière exhaustive, de plus elle n'était pas adaptée à la pratique de terrain "avec des contrôles effectués dans un ordre logique au niveau du schéma, mais qui n'était pas rationnel au niveau des déplacements du visiteur".

Le projet sera repris en privilégiant cette fois l'expérience pratique. Son point de départ sera la démarche réelle suivie par le dépanneur sur le terrain, "partant de choses beaucoup plus générales, en essayant d'établir des pré-diagnosics" au moyen notam-

ment d'une utilisation maximale de la signalisation embarquée ; puis, par une hiérarchie de dépannage "arriver petit à petit à l'organe déposable". Démarche qui, selon l'expert, était à la fois la plus proche de la pratique effective et la plus adéquate, parce que "vraiment basée sur les principes du système expert".

2.3.1.2. La démarche requise de l'expert pour élaborer le SE ne peut cependant reproduire fidèlement la démarche du dépanneur sur le terrain.

Pour structurer les connaissances, les pannes avaient été séparées, par grande fonction, par exemple "motrice inactive". Ensuite chacune d'elles était scindée en rubriques assez générales qui, à leur tour, ont été divisées en sous-rubriques, de façon à essayer d'arriver à l'équipement en cause. Il s'agissait de procéder par étape, ce qui est également la démarche sur le terrain. La difficulté rencontrée par l'expert est que chacune des étapes devait être traitée entièrement en soi, dans des séquences clairement établies avec un listage précis et univoque de paramètres pertinents et déterminants (18).

Comme le dira l'expert, "le problème c'est que le SE est comme une analyse qui se fait sur une seule ligne verticale en montant ou en descendant, alors que le dépanneur raisonne en lignes horizontales". Voyant à la fois plusieurs choses, "c'est un faisceau d'évènements qu'on analyse et qui permettent d'aiguiller vers le cran hiérarchique inférieur, et c'est pas du tout évident de tout mettre sous forme de SE" (19).

La difficulté, à rendre compte des raisonnements pratiques dans un raisonnement SE, semble paradoxalement avoir été moins grande pour les recettes de dépannages clairement établies comme telles (20), y compris celles qui font appel à des fonctions différentes à la fonction en cause, que pour le dépannage courant où sont étroitement mêlés des connaissances formelles et des savoir-faire pratiques non explicites.

La démarche pour le SE diffère également de la démarche de dépannage en ce sens que, face à une panne réelle, le dépanneur saisit, pour la traiter d'une façon synthétique et parmi l'ensemble des cas possibles, les éléments dont il a besoin pour le diagnostic. "Il n'a pas besoin d'avoir une vue intégrale". Pour le SE, il faut faire face à tous les cas de panne, tout en essayant bien entendu de minimiser le nombre d'étapes, puisqu'il n'est pas non plus question de partir dans un raisonnement puis de remonter, d'en reprendre un autre. Il lui était donc nécessaire de chercher à visualiser tous les paramètres significatifs, quitte éventuellement à ce qu'ils n'aient pas de rapport direct avec l'avarie concernée, de façon à couvrir tous les cas possibles, "démarche qui diffère de celle du dépanneur, parce que pour le SE on part des cas fictifs". Recenser les cas et les paramètres possibles présente, selon l'expert, l'inconvénient de ne pas correspondre exactement à la démarche de terrain. Démarche que, simultanément, il lui était indispensable de ne pas perdre de vue pour faire le SE. Pour transmettre son savoir et parvenir à la formalisation nécessaire pour le SE, il a donc été nécessaire d'arriver à un compromis entre analyser tous les paramètres en parallèle et adapter une démarche de dépanneur.

Ces différences de démarche en situation d'expertise et en situation de terrain ont d'une certaine manière une conséquence sur le contenu du SE lui-même. Si le système parvient à rendre compte des savoirs pratiques, très vraisemblablement il ne parvient pas, pour les cas à reproduire, à restituer la démarche de terrain (21), le contenu de l'expertise étant conditionné en partie par les contraintes mêmes de SE, qui influent sur le raisonnement et la formulation des savoirs de l'expert.

En contrepartie, la prise en compte des formes de raisonnement de l'expert et des décalages entre la demande de modélisation exigés par le SE et les contraintes de terrain ont contribué à enrichir, à modifier l'approche SE.

2.3.2. Le SE à l'épreuve du terrain: la procédure de validation

La mise au point définitive de la maquette, immédiatement suivie de la procédure de validation, a été faite en atelier. Chacune des étapes a duré une semaine. Un technicien de l'atelier, dépanneur chevronné possédant une connaissance solide du matériel MS61 et de ses modifications (22), participait aux deux étapes, en tant que contre-expert désigné. Un jeune dépanneur débutant participait à la deuxième, celle de la validation.

Le programme théorique a été testé par simulation de pannes sur un train. Cette phase, la plus riche selon l'expert, a permis de compléter les diagnostics et de corriger les erreurs de programme. Ainsi, ont pu être rectifiées des erreurs entraînées notamment par l'utilisation dans la phase théorique des schémas, en partie dépassés par rapport aux trains. La contre expertise a permis également d'introduire dans les dépannages prévus des situations non imaginables hors du terrain, voire même des situations impossibles d'un point de vue théorique et que le dépanneur chevronné a pourtant eu l'occasion de rencontrer dans sa vie de CV, comme le cas de non pannes ou pannes masquées par l'usure du matériel électro-mécanique. Il a été possible enfin de confronter la démarche de dépannage de Rufus avec celle du programme, celle de l'expert en situation du dépannage et celle qu'aurait suivie le contre-expert (23).

Pour la validation proprement dite, une console d'interrogation du système avait été mise dans la loge de conduite. Le cogniticien et l'expert disposaient d'une console en parallèle à côté du train. Les pannes prises dans l'éventail de celles couvertes par le SE de la maquette étaient provoquées par le contre-expert. Le dépanneur débutant qui connaissait peu le matériel et pas du tout le système devait effectuer le diagnostic à la seule aide du système. Le débutant est parvenu à dépanner, y compris certaines pannes "vicieuses", mais sans en apprécier le degré de difficulté. Il ne pouvait pas établir une hiérarchie dans les pannes. "Il avait trouvé la panne, mais il ne réalisait pas la difficulté du diagnostic".

Le dépanneur chevronné, selon l'expert, "a été impressionné par la rapidité avec laquelle le jeune débutant arrivait à diagnostiquer des pannes complexes". En revanche, les pannes en elles-mêmes et le diagnostic, il les connaissait et avait l'habitude de les traiter. Il n'aurait pas forcément procédé de la même manière. Mais il comprenait la démarche d'esprit du SE Rufus (la diversité possible de démarches suivies pour un dépannage était, pour lui, en fait familière). Ce qui l'a surpris, selon l'expert, c'est que le débutant aboutisse au diagnostic de la panne d'emblée sans recherche ni réflexion, alors que lui, dans sa vie professionnelle, et notamment pour certaines pannes "vicieuses", pour aboutir à coup sûr et vite à leur diagnostic, il lui avait fallu comprendre les pannes, connaître le matériel, donc du temps, de la réflexion et de l'expérience.

Le dépanneur débutant ne parvenait pas à comprendre le déroulement du SE dont il appliquait les réponses. "Il y a des moments où il ne savait pas du tout ce qu'il faisait. Il suivait la démarche, mais il ne la comprenait pas. Le dépannage était un peu aveugle pour lui". Il ne saisissait pas les raisonnements implicites qui justifient le passage d'une étape à une autre, le pourquoi des vérifications demandées...

Le dépanneur expérimenté, chargé de provoquer des pannes pour tester le SE, n'avait lui en revanche aucune difficulté à suivre le déroulement du SE. Il trouvait même la démarche trop "pas à pas", redondante. Il aurait, lui, sauté bien des étapes obligées du SE. "On s'est rendu compte très vite que, lui, avait parfaitement appréhendé le système au bout d'un ou deux fonctionnements. Il avait suivi le dépannage et à chaque étape, à chaque question, il disait: ah! oui, ça correspond à telle vérification.

On s'est rendu compte qu'effectivement il y avait des questions qui étaient surabondantes pour lui. Mais de toute façon, il n'avait pas besoin de Rufus pour dépanner".

"Le dépanneur débutant n'a pas formulé de critiques, mais on sentait nettement qu'il était en manque d'explications". Il aurait aimé comprendre. C'est le dépanneur confirmé qui les lui a données. Ce dernier a critiqué le peu de convivialité de Rufus sous sa forme de maquette et le fait que des explications manquaient. Ce dont l'équipe de conception "était parfaitement consciente".

Après la validation proprement dite, la maquette a été implantée pendant une courte période à l'atelier. Elle a suscité chez les utilisateurs potentiels des critiques quant à la procédure de diagnostic à l'aide d'un SE. Elle a été perçue par les utilisateurs comme un jeu de questions et de réponses au bout duquel sortaient des diagnostics. Mal accueillie, elle a été retirée rapidement de l'atelier.

Pour la Cognitech, dans son engagement de départ, la maquette pouvait être validée si le programme tenait des performances comparables à celles d'autres experts qui n'auraient pas participé au développement de la maquette.

Suite donc au test effectué avec un débutant et un contre-expert, la maquette a été considérée comme validée.

2.3.3. Le bilan tiré par l'équipe de conception

a. L'insuffisance du système à l'état de maquette en tant qu'outil pédagogique. Pour suivre la démarche de dépannage et la comprendre, l'utilisateur avait la possibilité d'accéder aux étapes du raisonnement du moteur d'inférence, mais leur présentation était plus accessible pour un cogniticien que pour un utilisateur. "Les règles n'étaient pas détaillées en clair, c'était un peu hermétique comme système". Pendant la procédure de validation, le cogniticien et l'expert étaient sur le terrain, ils ont eu la possibilité d'expliquer au dépanneur débutant les étapes de raisonnement. "On aidait éventuellement le visiteur à consulter le SE pour voir quelle étape il avait utilisée". Or, pour l'équipe de conception, un des objectifs du SE est d'être en mesure d'expliquer la démarche suivie. Il était apparu nécessaire d'explicitier en clair chacune des règles auxquelles il était fait appel lors d'une procédure de dépannage. Un des objectifs assignés à la deuxième phase de Rufus a été donc d'améliorer l'interface SE/utilisateur, de manière à ce que le système soit capable d'expliquer le raisonnement à mesure du déroulement du SE.

b. L'intérêt d'adapter les réactions du système à la compétence de la personne qui l'utilise. La démarche "pas à pas", sans oublier une seule étape, peut être utile pour le dépanneur débutant. Elle ne l'est pas pour des agents expérimentés.

Une des propositions faites par l'équipe de conception, pour la poursuite de l'expérience et le passage à l'opérationnalité de Rufus, était également de parvenir à un système de questions optionnelles.

c. La nécessité, pour pouvoir passer à une étape opérationnelle, de disposer d'outils plus ergonomiques et permettant une interface SE/utilisateur plus conviviale. Les réactions de rejet du personnel ont mis en évidence l'importance à accorder, dans la deuxième phase, à l'aménagement de l'interface utilisateur, non seulement par l'explication des raisonnements, nécessité qui était apparue dès la validation, mais aussi par l'explication des données du contexte (24). L'aménagement du terminal est apparu aussi comme une priorité. Dans la courte période de son implantation à l'atelier, la maquette Rufus pouvait être consultée par un terminal placé dans un coin de l'atelier. L'outil n'était pas convivial et peu adapté à l'usage qui pourrait être utile à un intervenant.

2.4. La deuxième phase de Rufus

La deuxième phase de Rufus visait l'aménagement de l'interface utilisateur, l'amélioration de la maquette du SE, enfin son extension à l'ensemble du diagnostic des pannes du train pour en faire un prototype définitif. Elle a été placée entièrement sous la responsabilité du Groupement Méthodes et Organisation de FR (25). Cette deuxième phase a rencontré des obstacles dès sa mise en oeuvre. Un des objectifs a pu avoir un début de réalisation: l'aménagement de l'interface utilisateur, dans ses seuls aspects ergonomiques. Après son retrait de l'atelier, Rufus a été transcrit pour pouvoir tourner en poste fixe sur un micro-ordinateur Macintosh (après augmentation de la mémoire de ce dernier). Par ailleurs des solutions permettant de disposer de terminaux portables, notamment grâce à des liaisons radio ont été recherchées, afin de permettre aux contre-maîtres visiteurs de disposer d'un outil transportable le long du train. Cette solution s'est heurtée à des difficultés: disposer de fréquences radio, parvenir à trouver sur le marché des terminaux portables autonomes, adéquats à l'usage envisagé et agréés en France. Difficultés qui ne sont que partiellement résolues.

Les autres objectifs, notamment l'extension de la base de connaissances de Rufus pour couvrir l'ensemble du diagnostic du train, voire même la seule mise à jour de la base actuelle de la maquette, pour prendre en compte les modifications effectuées entre-temps sur le matériel MS61, n'ont pas été réalisés. La RATP ne possédait pas la maîtrise de l'outil de développement. L'extension, la maintenance de la base de connaissances ne pouvaient se faire en principe sans l'intervention du cognicien de la Cognitech (26).

Pour qu'un passage à l'opérationnalité soit envisageable, il faut donc qu'au préalable les diverses difficultés matérielles et méthodologiques soient résolues de manière satisfaisante. Mais fondamentalement l'obstacle à un SE-Rufus opérationnel est à rechercher aussi dans le caractère expérimental de son initialisation. Les gestionnaires concernés ont suivi avec intérêt cette expérience. Toutefois les interrogations nombreuses qu'elle a suscitées ne sont pas tranchées: quant à son utilité en tant qu'outil d'aide au dépannage, sa place par rapport à d'autres solutions techniques ou organisationnelles, l'opportunité de son introduction, enfin sa vocation première, outil d'optimisation du diagnostic ou outil de formation?

3. LES EXPERIENCES A LA C.C.A.S.

3.1. L'activité de la CCAS et les conditions de sa réalisation

3.1.1. La CCAS : Un service partiellement informatisé. Les leçons de l'expérience

La Caisse de Coordination aux Assurances Sociales (CCAS) a pour activité le traitement de dossiers afférant aux prestations d'assurance maladie. Elle a réalisé un premier plan d'informatisation devenu opérationnel en 1980. Cette première informatisation a modifié sensiblement les conditions d'ensemble de l'activité. Elle a principalement affecté le service des prestations en modifiant les modalités de liquidation des dossiers. C'est dans ce service que la baisse de l'effectif a été la plus sensible et que la population a été la plus modifiée.

L'effectif de la Caisse a été réduit de 40 postes sur les 174 qu'il comptait auparavant. La population chargée de réaliser le traitement des dossiers a subi de plus un renouvellement puisqu'à l'arrivée de l'informatique a correspondu des départs volontaires et que conjointement le niveau maîtrise a été requis pour le recrutement. Il se trouve donc que l'on compte dans le service, un certain nombre de personnes détentrices d'un niveau Bac+2. Le renouvellement de la population et les conditions dans lesquelles il s'est effectué ont fait l'objet de négociations avec les partenaires sociaux.

La liquidation des dossiers est réalisée par les décompteurs, organisés en groupe de huit personnes encadrées par un "cadre". Leur travail est pour beaucoup un travail de saisie sur terminal des éléments nécessaires à la liquidation des dossiers. Les agents considèrent que le nombre de dossiers à traiter par jour, fixé lors de la mise en place de l'informatisation, est assez élevé (120 dossiers/jour) et que le contenu de leur travail est pauvre et monotone et répétitif.

Le décalage certain entre le niveau scolaire, les attentes des décompteurs et la réalité quotidienne du travail, a provoqué chez ces derniers un mécontentement sensible. L'encadrement ressentant ce mécontentement a suscité un groupe d'expression, ERIL, lieu d'échange ayant pour objectif de permettre la formulation des propositions pouvant à terme améliorer les conditions d'exercice du travail des décompteurs.

3.1.2. Une activité croissante. A la recherche d'une "informatique aux utilisateurs"

L'activité est en croissance constante depuis 1980, de l'ordre de 5 % l'an avec un effectif constant. On est passé de 700.000 décomptes en 1980 à 1.000.000 en 1988. Il en est ainsi de tous les services de la CCAS. Les gestionnaires doivent faire face à cette croissance alors même que les contraintes budgétaires sur les effectifs sont tendues.

C'est donc dans un souci de productivité que se poursuit l'informatisation. En 1987, le service médical était en cours d'informatisation. Certaines opérations de gestion de fichiers informatiques ont été automatisées au Centre de Calcul.

La première vague d'informatisation et les réalités quotidiennes d'une activité informatisée ont conduit la hiérarchie du service à être particulièrement sensible à ce qu'il est convenu d'appeler "l'informatique des utilisateurs". Cette philosophie contient deux aspects:

- l'association des utilisateurs dans la phase amont de définition du projet informatique et sa participation aux premières formulations des applications informatiques ;
- l'appropriation par le service utilisateur de certaines fonctions dévolues au service informatique central, par exemple la maintenance. Cette orientation a prévalu dans les modalités choisies pour réaliser l'informatisation du service médical qui se déroulait dans la période même de l'enquête. Une présence plus active en amont et en aval du processus d'informatisation peut en effet faciliter l'acceptation de l'informatique par le personnel et rendre moins aigües les relations avec les informaticiens pour la réalisation de l'activité quotidienne.

3.1.3. Les caractéristiques de la première informatisation: lourde, rigide, taylorienne et incomplète

Le traitement des dossiers fait intervenir la connaissance d'une part de la population concernée, d'autre part des réglementations en matière de protection sociale. Ces dernières sont principalement édictées par des instances externes à l'entreprise, même si la CCAS peut décider certaines modifications de réglementations en interne.

L'informatique du premier plan d'informatisation a "saisi" l'élément le plus "stable" pour le traitement des dossiers, c'est-à-dire la population. Il a donc été produit des fichiers matriculaires nominaux qui sont le support essentiel à l'entrée des éléments pour liquider un dossier. Les décompteurs disposent donc des fichiers comme données structurantes de leur activité.

En revanche, la réglementation peut subir des modifications et être plus ou moins complexe suivant le type de dossier. Ces modifications requièrent que dans le service s'instaure et soit performant un double réseau de circulation d'informations.

Un premier réseau a pour mission de transmettre auprès du personnel les textes ou les éléments de réglementation qui ont été modifiés et dont la connaissance est nécessaire pour traiter "légalement" les dossiers. Le second réseau concerne d'une part le chef du service prestations, d'autre part le service informatique (SI) et le site informatique central. Il s'agit d'introduire les modifications réglementaires dans les éléments pris en compte par le système informatique qui apparaîtra en dernier lieu sous la forme d'un nouveau code au niveau des terminaux utilisés par les décompteurs. Il s'agit, autrement dit, de la maintenance des programmes donnant lieu au traitement informatisé de la liquidation. Cette maintenance est assez complexe, lourde, voire longue à réaliser. Ainsi les "décrets Seguin" ont-ils entraîné des perturbations dans le service durant de nombreux mois, avant que les modifications à réaliser ne soient totalement opérationnelles. Face à cette situation, l'encadrement est particulièrement intéressé par la mise en place d'une informatique pouvant rendre plus aisée la maintenabilité des programmes, et permettre que cette maintenance puisse être réalisée par le service lui-même. Ce souci a été présent dans l'opération récente d'informatisation du service médical et a été, semble-t-il, partagé par le service informatique lui-même.

A l'inconvénient d'être donc difficilement modifiable, la première informatique s'est en outre essentiellement portée sur la liquidation des dossiers. Tout dossier nécessitant des procédures particulières ou des modes de calcul singuliers subit donc une préparation traditionnelle, seul le calcul final de la liquidation peut être réalisé par l'informatique. Dans ce type de dossier, on trouve en particulier la cure thermale, les maternités.

Ces dossiers présentent comme particularités de concerner un sous-ensemble de la population totale, d'être saisonniers et peu nombreux comparativement aux dossiers "banaux". Ils sont "ouverts" sur une période donnée. Ils nécessitent parfois de circuler entre différents services pour avis. Ils sont l'objet de réglementations particulières.

3.2. Les objectifs et attentes des différents promoteurs de l'expérience SE

L'initiative première de cette expérience revient au SCRIB, dont la contribution à la définition des conditions de réalisation des projets a été importante. En effet, l'expérimentation des SE, après RUFUS, entre dans une seconde phase. En particulier, le SCRIB a décidé de nouer des liens avec une autre société fournisseuse. Après COGNITECH, il se tourne vers EUREQUIP qui commercialise un nouvel outil, NEXPERT. Un contrat est passé, stipulant, outre la mise à disposition de l'outil Nexpert, des dispositions sur les délais de développement de la base de connaissance, sur la formation à assurer auprès de l'équipe de développement et le volume d'heures de conseil, il était convenu que le domaine, qui serait l'objet de l'expertise, serait de nature administrative. Le SCRIB a financé entièrement l'opération.

L'intérêt pour le produit Nexpert, manifesté par les membres du SCRIB, s'appuie sur la philosophie associée à celui-ci : celle de ne plus requérir, pour l'étape de constitution de la base de connaissances, la présence d'un cogniticien. Nexpert présentait en effet la possibilité de vérifier la pertinence d'un développement par le seul service utilisateur.

Outre les actions de formation et les actions de conseils, Euréquip fournit un programme de traitement et des outils méthodologiques permettant l'écriture de règles constitutives à terme de la base de connaissances.

Ces conditions étant fixées, les responsables de la CCAS, contactés, ont donné leur accord pour que l'expérimentation se fasse dans leurs services. Lors d'une réunion regroupant Euréquip, le SCRIB et les responsables de la CCAS ont dressé une liste de dix thèmes pouvant faire l'objet d'une expertise, parmi lesquelles les fonctions cure thermique et maternité ont été sélectionnées.

L'accord donné par la Direction de la CCAS à l'expérimentation repose sur l'espoir que les SE type Nexpert pourraient répondre à trois problèmes en même temps :

- trouver des réponses aux demandes d'amélioration des conditions de travail pour les décompteurs;
- disposer d'un outil informatique facilement et rapidement "contrôlable" et "maintenable" par les utilisateurs eux-mêmes.
- assurer une activité croissante alors même que les effectifs doivent se maintenir en nombre, sinon baisser;

L'une des demandes formulées par l'ERIL, comme pouvant contribuer à l'amélioration des conditions de travail, avait été l'enrichissement des tâches. Le développement des SE pouvait faciliter l'apprentissage pour les décompteurs de traitement de dossiers spécifiques, et, par ce fait, enrichir le travail quotidien en adjoignant au traitement de dossiers routiniers, des dossiers spécifiques. En même temps, les deux personnes engagées dans ces fonctions qui ne représentaient pas la totalité de leur travail pouvaient en être dégagées, ce qui répondait au souci de productivité.

La forme technique du SE inscrite dans ses objectifs tenait à la mise à disposition auprès des décompteurs, dans chacun des groupes, du produit issu de l'étape de développement. Le SE était pour l'essentiel perçu comme un outil de formation particulier.

Plusieurs objectifs se sont donc superposés. Les premiers, portés par le SCRIB et Euréquip, d'évaluation dans un domaine administratif de la capacité de Nexpert à permettre de développer la base de connaissances rapidement par le service utilisateur de la façon la plus autonome possible par rapport au cogniticien et à l'informaticien. Les seconds, portés par les responsables de la CCAS, pour lesquels l'outil proposé pouvait, en quelque sorte, rendre compatible gain de productivité à terme, enrichissement des tâches des décompteurs et réappropriation de l'outil informatique par le service. Ces compatibilités pouvaient être assurées par le SE, outil d'usage ambivalent dans la mesure où il peut être un outil de traitement informatique et simultanément un outil de diffusion des connaissances.

3.3. NEXPERT : Ses particularités et ses potentialités

Nexpert permet d'échapper, du moins de s'écarter de deux conditions requises pour le développement d'un SE. En premier lieu, l'élaboration de l'ensemble des données qui seront sujettes à un traitement ne nécessite plus aussi expressément la participation du cogniticien présent dans l'expérience Rufus.

Aux lieu et place de celui-ci, Euréquip propose la mise à disposition d'outils méthodologiques complétée par un certain nombre d'heures de conseil en la personne de Monsieur Chauvet, l'un des concepteurs de Nexpert.

En second lieu, le SE est implanté sur Macintosh dont l'abord est plus aisé. Relativement aux supports techniques premiers des SE, que sont les machines LISP et le langage du même nom, Nexpert est donc ce que l'on reconnaît être dans l'informatique un outil "convivial". Le terme outil est chargé d'ambiguïtés dès lors que le rapport avec le matériel informatique devient aussi distendu. Nexpert est ni plus ni moins qu'un logiciel. Cette clarification du terme est importante en ce que le logiciel Nexpert n'est plus intimement lié à une machine spécifique mais peut être implanté sur des matériels d'usage courant (27). Cette distanciation dont est porteur Nexpert entre finalement ce qu'il est, un logiciel, et ce qu'il n'est pas, une forme matérielle, est significative d'une différenciation non présente explicitement dans la littérature sur les SE entre la version dite "de développement" et la version dite "utilisateur".

L'existence de ces deux versions fait apercevoir l'existence d'un décalage possible entre ce qu'il est convenu d'appeler l'élaboration de la base de connaissances, les possibilités qui sont ouvertes pour l'utilisateur/concepteur, dans la manipulation de Nexpert, et ce qui paraît nouveau, à savoir la version utilisateur.

Notamment, les formes de mobilisation du personnel, dont on va faire état, sont le fait d'un moment particulier de la conception de l'outil SE et ne seront pas reconstituées à l'identique lorsque le SE aura atteint le stade de la version utilisateur.

3.4. Constitution des équipes de conception

3.4.1. Des compositions originales

Le générateur de SE-Nexpert ne requiert plus la présence d'un cognicien³; ceci étant, il demeurerait à apprécier la place d'un informaticien au sein de l'équipe et la nature de ses interventions dans la conception d'un SE. Pour ce faire, deux équipes ont été constituées, l'une avec informaticien (maternité), l'autre sans (cure thermique).

De plus, ce même générateur, d'emploi plus accessible, est susceptible de permettre son appropriation par les utilisateurs. Les utilisateurs (services ou individus) deviennent des acteurs à part entière dans la conception du SE. Les utilisateurs dans cette perspective ne se limitent pas aux seuls experts, ceux qui sont, a priori, dépositaires des savoir-faire, objets de l'expertise.

La constitution de l'équipe est donc moins spécifiée que la forme initiale de celle-ci pouvait le laisser à croire. Des outils plus conviviaux permettraient qu'en lieu et place du couple expert-cognicien s'ouvrent des marges pour que s'institue le couple utilisateurs-informaticiens.

Une première équipe a été formée pour réaliser l'expertise de la fonction cure thermique. Elle a été composée d'un adjoint du Directeur de la CCAS et d'une formatrice, ancien décompteur dont une des activités est de concevoir des didacticiels de EAO. Une seconde équipe a été, dans un premier temps, formée par le responsable du service prestations et par une informaticienne du service informatique.

Initialement, aucune des deux équipes ne comprenait les personnes en poste sur les fonctions à expertiser, ni de futurs utilisateurs finaux du SE que sont les décompteurs. Ont donc été mobilisées des personnes se distinguant des utilisateurs finaux et des experts pour une opération circonstanciée : la conception du SE.

L'absence des "experts" résulte, dans l'un des projets, de la difficulté à convaincre ceux-ci de participer activement et formellement à cette expérience. L'autre expert sera, quant à elle, mobilisée tardivement suite à l'indisponibilité durable du chef du service prestations.

3.4.2. La fonction du cogniticien disparaît-elle ?

La configuration des deux équipes montre l'implication réelle de la hiérarchie dans la mise en oeuvre de l'expérience, puisque chacune des équipes accueillait une personne ayant des responsabilités importantes dans le service. Toutefois, les cadres impliqués ont, semble-t-il, rempli des fonctions différentes.

Dans l'équipe cure thermique, l'adjoint du Directeur a tenu à l'origine plutôt le rôle de cogniticien, alors que dans l'équipe "maternité", le chef du service prestations était désigné comme expert. Cependant cette nomination des places occupées est quelque peu "forcée", compte tenu de ce qui était entendu à l'origine sous chacun des termes.

Le cogniticien dans ce type de configuration est plutôt défini comme la personne détenant une compréhension globale de l'activité, et de ce point de vue les deux cadres, membres des équipes de conception, ne se différencient guère. Remarquons enfin que la formatrice de l'équipe cure thermique était dépositaire d'une connaissance déjà formalisée du travail réalisé dans le service et était également familiarisée à l'informatique avec la conception du logiciel.

On peut se demander si ce type d'équipe ne rend pas plus aisé en particulier l'extraction des connaissances et, jusqu'à un certain point, la formalisation de celles-ci. En effet, bien que différentes, les connaissances sur les fondements de l'activité sont cependant partagées, alors même que les développeurs disposent aussi d'une représentation formalisée du déroulement de l'activité.

3.4.3. Peut-on se passer des experts-praticiens ?

Cependant le déroulement de l'expérience et les résultats obtenus montrent la relative dépendance à l'égard des praticiens-experts de l'activité. En effet, au-delà de l'équipe désignée comme étant développeur du SE qui ne comprenait pas formellement les experts, des relations avec ceux-ci ont été nouées dans le cours du développement. De même, le degré de proximité avec le service concerné a joué positivement dans le cours de l'expérience.

En définitive, les deux équipes de développement se distinguent donc par la présence ou non d'un informaticien. Mais, au-delà de la stricte composition des équipes, les conditions concrètes de développement des SE montrent que le projet cure thermique est le produit de relations plus larges entretenues par l'équipe qui l'a réalisé avec le service. A contrario, le projet maternité est demeuré pour beaucoup extérieur à ce dernier.

3.5. Les groupes de suivi et les contributions

Deux groupes de suivi ont été instaurés à l'occasion de ces expériences. Le premier d'entre eux composé des responsables du SCRIB, d'Euréquip, des gestionnaires, avait comme mission d'évaluer l'avancement des travaux des deux projets. Trois réunions se sont tenues. Le souci principal de ce groupe était de vérifier, in situ, la réelle opportunité d'un développement de SE par les utilisateurs. Sans que cela ait été formulé explici-

tement, les deux équipes étaient de fait en situation de concurrence de ce point de vue. C'est aussi la particularité de l'apport de l'informaticien qui était l'objet de l'évaluation.

Le second groupe de suivi est de nature autre : plus informel et interne à la CCAS. Il a permis à des animateurs de s'informer du déroulement du projet cure thermique. Ces derniers ont ainsi eu l'occasion d'émettre des réflexions et des critiques qui ont eu une incidence réelle sur la forme définitive de la maquette "cure thermique". Ils ont pu, en effet, apercevoir les incidences de ce logiciel sur leur activité. Dans l'organisation du travail en place, leur fonction les amènent à se saisir des dossiers tels que celui des cures thermiques, afin de les compléter avant que les décompteurs ne réalisent leur liquidation. Ces interventions diffèrent de celles qu'ils effectuent sur les dossiers routiniers, limitées à un contrôle quotidien sur le nombre de dossiers traités, la crainte de perdre certaines attributions s'est alors exprimée.

Le projet "maternité" fait l'objet d'un même examen par les animateurs, mais ceux-ci, ne disposant d'aucune connaissance préalable du traitement de ce type de dossier, n'ont pas été en mesure de porter un regard critique et constructif relativement à la maquette en démonstration.

3.6. Elaboration de la base de connaissances

3.6.1. L'apprentissage à Nexpert: pour l'utiliser ou pour le comprendre?

Les équipes formées avaient devant elles deux mois pour réaliser le développement des SE. Pour mener à bien cette tâche, les développeurs ont suivi une session de formation dispensée par Euréquip sur deux jours leur permettant de se saisir des outils méthodologiques nécessaires à la constitution du SE. Les professions et les appartenances organisationnelles différentes des développeurs les ont conduits à apprécier et à utiliser différemment l'apprentissage qui leur a été dispensé. Les développeurs de la "cure thermique" dans leur objectif premier de réussir leur projet ont développé des rapports "pragmatiques" avec le logiciel mis à leur disposition. Ils n'ont cherché à saisir que ce qui leur paraissait nécessaire pour mener à bien le projet. La maîtrise de la rentrée des règles ne nécessite pas, en effet, la maîtrise du logiciel.

L'informaticienne, appartenant à S.I., s'est sentie investie d'un autre type de responsabilités. L'apprentissage du SE proposé par Euréquip lui est apparu insuffisant, compte tenu de sa volonté de compréhension en profondeur du logiciel. Elle a donc jugé nécessaire un approfondissement par elle-même de la maîtrise du logiciel. Rappelons que cette expérience était la première incursion de S.I. dans le domaine des SE. L'autre dimension, à laquelle était sensible l'informaticienne tenait à la coopération nécessaire avec le service utilisateur, en la présence de l'expert, que requiert le développement d'un SE. Ici encore, pour S.I., ce mode de coopération était novateur et marquait une volonté plus générale d'instaurer de nouveaux modes de travail avec les utilisateurs.

3.6.2. Concevoir un outil de formation : objectif premier des deux équipes

En dépit de cette différence d'appréciation sur la formation et de ce que requiert la maîtrise de Nexpert pour en assurer le développement, les développeurs dans leur ensemble ont abordé les projets sous l'angle de la formation, ce qui constituait l'un des objectifs principaux de l'expérience. Le souci premier présent dans l'élaboration de la base de connaissance a bien été d'en faire un outil de formation.

A cet objectif commun, un même souci était partagé. L'outil se devait d'attribuer une place importante aux utilisateurs. Pour l'équipe cure thermique, il s'agissait de démontrer qu'une équipe d'utilisateurs était efficace. Pour l'équipe maternité, il s'agissait d'une expérience allant dans le sens d'une informatique aux utilisateurs.

3.6.3. Le SE "cure thermique": l'implication du service, l'apport de ses composantes

Le développement du SE, outre la mobilisation de l'équipe de développement, a requis de fait la participation de la personne en charge du traitement de ce type de données sous la forme de consultations sur tel ou tel problème précis tout au long du développement.

De même, plus largement encore, outre les conseils de Monsieur Chauvet, les développeurs ont pu profiter positivement de l'apport du groupe d'animateurs qui ont suivi l'expérience. En particulier, la démonstration d'une première maquette auprès de ces derniers a provoqué une réécriture de celle-ci dans la journée même. Ce qui a motivé cette reconstruction ce sont des réflexions sur l'insuffisance de la prise en compte de la matérialité du dossier dans la première maquette. L'écriture des règles en elles-mêmes ne paraît pas avoir posé de difficultés importantes. Le problème essentiel rencontré par les développeurs a été celui du vocabulaire.

Les règles sont liées entre elles par des mots-clés, la définition de ces mots-clés doit être aussi précise que possible. Ce travail sur le vocabulaire a été consigné dans un calepin. Plus que l'écriture des règles, l'habillage du SE a aussi nécessité un volume de travail important. Or, sous ce terme, c'est la qualité d'outil de formation du SE qui est désignée.

La maquette proposée a donc reflété les objectifs initiaux tant dans l'attention portée au vocabulaire (y compris par un effort de traduction de mots anglais en français), de même qu'une attention aussi grande a été portée à l'habillage, à l'écriture d'à-propos, dont l'usage par les utilisateurs renvoie aux possibilités "réelles" offertes par l'outil pour leur formation.

Cependant, relativement aux objectifs initiaux, une fois la maquette réalisée, ces derniers se sont trouvés confrontés à ce qui est appelé la version utilisateur. Le jugement porté sur cette version est réservé au regard de l'objectif de formation. Elle aurait l'inconvénient d'être dépouillée. On observerait une perte dans la mesure où le raisonnement serait masqué (non accessible). Pour les développeurs, il existerait une version formation et une version utilisateur.

3.6.4. Les difficiles conditions d'élaboration du SE maternité

L'élaboration de ce SE a été fortement marquée par les conditions dans lesquelles les concepteurs désignés ont eu à travailler. L'expert désigné en la personne du chef de service prestations s'est en effet trouvé pratiquement indisponible, en raison de l'édiction à cette période des décrets Seguin, impliquant de sa part de définir les modifications importantes à apporter au traitement quotidien des dossiers. Le délai fixé de deux mois a donc conduit l'autre membre de l'équipe, en l'occurrence l'informaticienne de S.I., à travailler pratiquement seule sur le projet. Un premier travail a cependant eu lieu au sein des locaux de la CCAS, sous la forme de réunions. Les différences d'appréciation sur les conditions du déroulement du projet ont eu comme conséquence que l'informaticienne écrive les règles constitutives du SE à partir du seul code de la S.S., sa formation juridique lui facilitant la compréhension des textes.

Devant l'indisponibilité avérée du chef du service, la personne en poste pour traiter les dossiers maternité a été finalement désignée pour le remplacer, mais tardivement, la base de connaissance étant déjà écrite. De plus, cette désignation initialement non prévue a induit des relations de non compréhension. L'expert praticien n'a pas suivi de formation et s'est trouvé devant un outil quasiment élaboré. La nature et le contenu de sa contribution étaient, de ce double fait, délicats à définir de son point de vue. A cela s'est ajouté le fait que l'informaticienne a travaillé au siège de S.I. et non dans le service. Bref, les conditions d'élaboration de ce SE n'ont pas permis de démontrer concrètement la pertinence d'une informatique aux utilisateurs, et en particulier de rendre sensible les utilisateurs à la volonté de S.I. de modifier les pratiques de travail qui lui sont reprochées.

Le SE cure thermique et les conditions de son développement font apparaître que le travail d'expertise et son produit, la maquette, ont été le fait d'échanges et de confrontations avec un nombre plus important d'acteurs que ceux initialement prévus. Ces échanges, outre leur incidence sur le SE, ont permis l'expression par ces acteurs, dans le cours même du projet, de réactions concernant l'usage du SE Effectivement, les modifications introduites tiennent en partie à la confrontation d'une première écriture du SE avec les pratiques de travail des animateurs et des décompteurs. Inversement, les conditions de développement du SE maternité n'ont pas permis qu'il atteigne ce stade.

3.7. L'évaluation des maquettes : Richesse d'expertise et accessibilité pour l'une, rapidité d'exécution et clarté de présentation pour l'autre

Les développeurs de l'une et l'autre maquettes ont considéré le SE cure thermique comme contenant une expertise riche au regard du SE maternité. Le SE cure thermique intègre en effet les éléments nécessaires à la liquidation des dossiers. Il permet l'effectuation de calculs. Le SE maternité, a contrario, n'a pas "couvert" la fonction de liquidation. Plus généralement, le SE cure thermique a pu se saisir et rendre compte de pratiques de travail, là où le SE maternité s'est saisi d'éléments formels concernant le traité de la Sécurité Sociale. Le SE maternité, bien que jugé plus optimisé du point de vue du temps de traitement, n'a pu être livré en l'état pour les raisons indiquées plus haut. Il devait être retravaillé lorsque s'est achevée l'enquête.

Les deux maquettes se distinguent aussi par le vocabulaire. Pour la cure thermique, un travail de traduction des mots anglais a été réalisé là où la maquette maternité en conserve certains. Elles se différencient enfin par les graphismes : l'un (maternité) en est riche, l'autre pas (cure thermique).

Les formes des maquettes traduisent donc à la fois les conditions concrètes de leur production et les "compétences-dispositions" respectives des concepteurs. L'expertise riche du SE cure thermique a été rendue possible par la mobilisation effective d'acteurs variés du service des prestations. La maîtrise de l'outil informatique, que possédait l'informaticienne de l'équipe maternité, a conféré au SE correspondant des qualités de présentation et de rapidité d'exécution que n'a pas l'autre SE

Ces appréciations sur les maquettes ont conduit à penser que la pertinence du SE, comme outil informatique intégrant une ou des expertises, pourrait résulter d'une coopération aux contours bien définis entre les utilisateurs et les informaticiens. Aux premiers, la charge d'écrire les règles, compte tenu qu'ils sont les seuls à pouvoir mobiliser les acteurs détenteurs de l'expertise. Aux seconds, celui de l'optimisation du traitement des données et de leur présentation. Cependant, les derniers développements sur le SE

cure thermique pourront atténuer cette appréciation en considérant que celle-ci était fondée sur l'état de la maquette à un moment donné.

Les agents actuellement en charge des dossiers cure thermique et maternité ont, pour leur part, fait les remarques suivantes. Les dossiers maternité sont à 98% d'entre eux l'objet d'un traitement banalisé, du moins courant. Mais 2% échappent à cette caractéristique; ceux-ci pourront-ils être traités à l'aide du SE? La tâche la plus délicate et la plus longue à effectuer pour les cures thermiques ce n'est pas le traitement du dossier à proprement parler, mais son ouverture. Celle-ci suppose, pour un nombre conséquent de dossiers, des rapports téléphoniques avec les usagers. Si l'apport du SE dans le traitement du dossier, y compris dans la circulation interne que suit celui-ci au contrôle médical avant son traitement final, est bien perçu, les agents en revanche s'interrogent sur son utilité pour l'enregistrement des demandes initiales des usagers.

Les experts-praticiens se demandent donc ce que recouvre réellement le SE au regard des fonctions expertisées : tous les dossiers y compris ceux présentant une difficulté particulière pourront-ils être traités par ce nouvel outil ? tous les aspects de la fonction expertisée ont-ils été pris en compte ? D'autres interrogations portent sur la définition des rôles et des personnes ou organismes qui peuvent les tenir.

Pour les uns, des produits tels que Nexpert permettent aux fournisseurs de jouer en quelque sorte deux "rôles": celui du cognitif et celui de l'informaticien. D'autres définissent le cognitif comme ayant une compétence proche de celle mise en oeuvre pour réaliser un audit : à savoir rigueur et logique. D'autres encore comprennent le cognitif comme l'intermédiaire entre l'expert et l'informaticien. Il serait ainsi capable, compte tenu de la fonction expertisée, de sa nature, soit de contribuer en coopération avec des informaticiens à l'écriture du moteur d'inférence, soit, compte tenu de l'évolution des moteurs d'inférences, de connaître le moteur d'inférence ad hoc au domaine expertisé. Dans cette perspective, il serait en quelque sorte le point charnière entre l'entreprise utilisatrice et les fournisseurs via les produits proposés par ceux-ci.

Dans les expériences menées à la CCAS, on a pu observer que l'institution du couple utilisateurs/informaticiens au lieu et place du couple expert/cognitif n'était pas aussi radicale que la terminologie pouvait le laisser entendre, ni aussi aisée à établir.

Il semblerait que l'expertise ne peut échapper aussi radicalement au regard de l'expert, même si la prise en compte d'acteurs plus nombreux que le seul expert, peut être positive par ailleurs.

A l'identique, la restriction de la place de l'informaticien comme pouvant (quasiement au terme du développement) n'intervenir que pour en assurer l'optimisation, cette répartition des tâches a peut-être à voir, avec la place qu'occupe, dans ces expériences, le fournisseur, en quoi le produit proposé "absorbe" partiellement des fonctions par ailleurs assurées par les informaticiens du service central.

Dans la mesure où l'on peut imaginer que l'entreprise pourrait avoir à nouer des liens avec d'autres fournisseurs, comment peuvent être réfléchies et s'instituer les compétences à mettre en oeuvre pour que les rapports avec les sociétés de service soient fondés sur des capacités internes d'appréciation des produits proposés?

3.8. L'insertion des SE dans le système de travail

A l'origine, le principal objectif concernant l'usage du SE était que cet outil permette l'enrichissement des tâches des décompteurs. Dans cet esprit, le SE se présentait matériellement comme un outil autonome, consultable par les décompteurs pour leur formation.

3.8.1. Les versions du SE

En fait, l'expérience a donné naissance à deux versions très distinctes du SE : une version "développement", une version "utilisateur". La version "développement" est la version la plus ouverte. L'utilisateur a accès aux règles. Il peut faire dérouler l'enchaînement de celles-ci et il peut "entrer" des modifications dans le programme. La version "utilisateur", en revanche, prévue pour être insérée dans l'activité même des décompteurs, offre moins de possibilités.

Selon les développeurs et chacun avec son vocabulaire, la version développement serait la plus proche de la définition du SE comme outil de formation. La version utilisateur serait plutôt un outil de résolution de problèmes.

Compte tenu des deux versions existantes et des contours de la seconde, la connexion du SE avec les fichiers informatiques existants, à partir desquels se fait le traitement des dossiers, a été envisagée et discutée. Dans cette hypothèse, le SE devient un outil supplémentaire de traitement des dossiers, et la version développement réalisée par les développeurs aura été une étape dans un projet d'informatisation plus avancé, alors que le souci commun initial était de réaliser un outil de formation introduisant une autre problématique relative aux places respectives des services utilisateurs et du service informatique.

3.8.2. Les formes matérielles du SE

L'émergence de la version utilisateur a eu une seconde incidente. Dès lors qu'une connexion avec les fichiers a été envisagée, les réflexions sur la forme matérielle d'implantation ont évolué.

L'outil autonome initial était fortement tourné vers la formation. Il n'y avait pas, en quelque sorte, de contraintes matérielles puisqu'il était hors du système informatique existant. L'outil n'était pas envisagé comme pouvant être le support d'un traitement informatique des dossiers considérés.

Deux types d'implantation de la version utilisateur ont été étudiés. Une première solution, actuelle et réalisée, est d'implanter le SE sur un micro-ordinateur multitâches accueillant simultanément un logiciel de traitement de textes. A terme, une seconde orientation consisterait à introduire le SE dans le système central. Le SE pourrait ainsi être appelé sur chaque terminal avec lequel travaillent les décompteurs.

3.8.3. Attentes et réactions des utilisateurs

Dans le déroulement de l'expérience, des hésitations sont donc apparues sur l'usage final du SE et se sont manifestées lorsqu'il s'est agi de savoir qui, des animateurs ou des décompteurs, disposeraient du SE.

Certaines réticences de la part des animateurs ont pu être enregistrées dans cette période, à tel point qu'il a été envisagé de leur attribuer les SE. In fine, ce sont bien les décompteurs qui auront accès aux SE. Mais les conditions dans lesquelles ils pourront le faire paraissent s'écarter sensiblement des conditions initialement prévues. Deux types de réactions des décompteurs ont été exprimés après que certains d'entre eux aient assisté à une démonstration des SE, à un moment où il était envisagé de les implanter sur un ordinateur multitâches.

Les décompteurs ont estimé que l'outil proposé était intéressant en ce qu'il rendait visible le cheminement complet des dossiers spécifiques, ce qui leur était aveugle jusqu'alors, et en ce qu'il rehaussait l'intérêt du travail à réaliser.

Ceci étant, ils ont fait remarquer que leur formation initiale de décompteur était beaucoup plus large que la compétence requise par les tâches qu'ils ont à réaliser, y compris les tâches liées au traitement des dossiers spécifiques. D'autre part, ils ont rappelé leur critique concernant la charge de travail quotidienne et les rapports hiérarchiques. En effet, l'attribution des dossiers maternité et cure thermale aux décompteurs ne s'accompagnait pas d'une révision du nombre de dossiers à traiter dans la journée, notamment durant la période d'apprentissage.

A ce problème s'ajoutait la disponibilité des micros. Ces derniers devant servir aussi au "traitement de texte" du courrier n'allaient-ils pas être "encombrés"? Dans ces conditions, les décompteurs ne risquaient-ils pas de ne pouvoir faire 120~dossiers/jour~?

Les décompteurs ont également noté lors de la démonstration que la qualité d'outil de formation des SE ne serait pas durable. En effet, après un certain temps d'utilisation, il ne leur serait plus nécessaire pour traiter les dossiers spécifiques. Cette appréciation renforce de fait l'orientation qui fait du SE un élément particulier du système global de traitement informatique des dossiers.

Mais cette orientation conduit à s'interroger sur ce qui demeurerait particulier dans le traitement des dossiers spécifiques, traités par systèmes experts, et donc de s'interroger sur la nature des tâches supposées enrichir le travail des décompteurs.

Autre question soulevée : l'organisation du travail à l'avenir. Le courrier étant informatisé, les dix types de dossiers spécifiques étant traitables par SE dans le cadre du système informatique, ne restera-t-il qu'une seule catégorie d'agents, les décompteurs~?

3.8.4. Le SE, un outil d'informatisation ?

Si l'on suit l'idée selon laquelle l'existence d'une double version du SE (développement-utilisateur) est porteuse d'un réarrangement des rapports entre service utilisateurs et service informatique, il semblerait que dans cette perspective l'intérêt de la version développement est premier, car elle offre la possibilité d'une nouvelle écriture du cahier des charges, c'est-à-dire une expression déjà élaborée des besoins du service en équipement informatique. Dans le même temps, tant le développement des SE que leur maintenance (introduction de modifications) suppose pour le service utilisateur qu'il puisse disposer de la mémoire des développeurs, de leur apprentissage, et que soit constitué un collectif particulier ayant à charge de remplir ces fonctions.

En guise de remarques conclusives sur ce point, on pourrait s'interroger sur l'effet novateur des SE sur l'organisation du travail et quant à la répartition des tâches. L'existence de la version utilisateur nous inclinerait à penser que le SE, comme outil de traitement de dossiers spécifiques, pourrait être banalisé rapidement.

Seule la version développement, en ce qu'elle contient des réaménagements entre service utilisateur et service informatique dans la conception d'une application informatique, pourrait conduire à l'apparition et à la consolidation de pôles de compétence en informatique au sein des services utilisateurs.

Si cette perspective a quelque pertinence, du point de vue de la constitution de ce pôle de compétence, le SE pourrait n'être qu'un outil parmi d'autres de la panoplie de l'informatique aux utilisateurs.

4. LES SYSTEMES EXPERTS AU ROUTIER

4.1. Les conditions du lancement de l'expérience

Le projet de développement d'un SE au "Routier" a pris forme dans le cadre du groupe "SE" mis en place par le SCRIB. Suite à l'expérience réalisée à F.R., il a paru souhaitable et intéressant de proposer au Routier qu'une expérience similaire portant sur le diagnostic de pannes des autobus soit engagée.

Compte tenu du bilan tiré de Rufus, des informations recueillies sur l'évolution des outils reflétant des modifications dans la structure de l'offre et de la philosophie des SE, il a été décidé d'utiliser Nexpert, commercialisé par Euréquip, pour mener ces expérimentations.

Les SE étant des outils informatiques assez nouveaux, l'attrait qu'ils peuvent exercer peut être atténué par une volonté de mise à l'épreuve quant à leur intérêt réel pour une activité donnée. C'est ainsi que l'on peut comprendre le tour particulier pris par le projet de développement d'un premier SE pour l'activité de dépannage dans les dépôts. Il s'est agi de faire apparaître clairement l'utilité et l'opérationnalité de celui-ci. Cet aspect de l'expérience a retenu particulièrement l'attention des gestionnaires de R.M.

Ce sont trois secteurs de ce même service, le département Etudes, le conseiller micro-informatique, l'entité assistance technique, qui se sont impliqués dans le projet. Ces trois services se situent en amont de l'activité de dépannage prise en charge concrètement par les dépôts.

Le département Etudes intervient dans la définition du matériel roulant et contribue aux modifications à apporter sur celui-ci. Il se trouve dans une position charnière entre les dépôts et le fournisseur de matériel du point de vue de la maintenance et des conditions de celle-ci. Il entretient des liaisons avec le service des mines, pour les questions de sécurité se traduisant par des modifications sur le matériel. Pour le déroulement du projet, son intervention a été, pour l'essentiel, de nature organisationnelle et administrative.

Le conseiller micro-informatique mène plus une activité d'études d'équipement et de conseils qu'il ne réalise des tâches opérationnelles. Il a contribué à l'élaboration de projets d'informatisation des magasins de pièces de rechange dans les dépôts.

L'entité assistance technique et formation a une double fonction par rapport aux dépôts. Il dispense des formations, mécanique, carrosserie, et en particulier dans le domaine de l'électricité. Il intervient, en la personne d'un "super-dépanneur", à la demande des dépôts, en cas de pannes très complexes. La formation sur les éléments électriques des nouveaux véhicules est devenue systématique depuis 1986.

4.2. Le contexte actuel de l'activité des dépôts

De nouveaux objectifs économiques ont été fixés visant à réduire le coût de l'activité de maintenance. Plus généralement, les gestionnaires sont attachés à augmenter l'efficacité de R.M., comparant celle obtenue à la RATP à celle existante dans les grands réseaux routiers existants par ailleurs en France. Le constat d'une efficacité insuffisante a conduit à initier des opérations visant à augmenter celle-ci, en particulier par un accroissement de la productivité. Il s'agit de mobiliser les effectifs ; pour cela sont sollicitées des propositions, des idées, venant directement des dépôts ; ainsi, une campagne d'économie de matières premières a été inaugurée.

Concernant en particulier l'activité de maintenance, cette réduction globale est recherchée, pour l'essentiel, par la réduction du temps d'immobilisation des bus, afin d'engager plus fortement ceux-ci. Ceci pourrait amener à une réduction du parc en volume, sachant que cependant la variable essentielle est la productivité individuelle. Un des effets des gains de productivité s'est traduit par la suppression de 100 postes de travail dans les dépôts en 1988.

Cette politique de maîtrise des coûts du dépannage a nécessité une réforme des modalités de leurs calculs. Au lieu et place d'une comptabilité englobant l'ensemble des dépôts et l'atelier central, une décentralisation de la gestion a été instituée. Chaque dépôt doit tenir sa propre comptabilité, notamment en pièces de rechange. Pour l'atelier central, cette méthode décentralisée de gestion peut permettre une meilleure appréciation, entre autres, de la qualité des réparations réalisées sur les pièces en provenance des dépôts.

L'attention portée au diagnostic des pannes pour élever la performance économique de l'entretien au Routier tient à deux faits. L'établissement d'un diagnostic s'accompagnait fréquemment de la dépose d'un élément et son remplacement par un élément neuf. Ces pratiques de dépose trop systématiques sont jugées aujourd'hui coûteuses et, qui plus est, ne garantissant pas toujours un résultat fiable.

Par ailleurs, la complexité de certaines pannes s'est accrue, entraînant parfois des arrêts de deux ou trois jours avant que le bus soit à nouveau remis en circulation.

Cependant, les objectifs énoncés ont à prendre en compte une situation à plusieurs facettes, héritage en quelque sorte d'orientations antérieures ou de conditions antérieures d'exercice de l'activité. Plusieurs faits ont pu contribuer à l'insuffisante efficacité technique et économique des dépôts.

La difficulté du diagnostic est aussi à mettre en relation avec l'hétérogénéisation du parc existant. Même si une famille de bus domine en nombre, il n'en demeure pas moins qu'il en existe six comprenant chacune des sous-ensembles.

L'existence des sous-ensembles est notamment à rapprocher de l'évolution des conditions d'usage des bus. Celles-ci ont été modifiées par la suppression du deuxième homme qui secondait le machiniste et pouvait remplir des fonctions sécuritaires. La disparition de ce deuxième homme a nécessité l'implantation d'appareillages, avec les circuits électriques correspondants, de substitution. Or ces ajouts ont été effectués progressivement par groupe de bus, selon des modalités différentes dans le temps. De même, le constructeur, RVI, les a intégrés petit à petit dans ses nouvelles livraisons et modèles.

La maintenance du matériel roulant a été également rendue plus délicate de par la conception des bus, et leur mode de fabrication, prenant insuffisamment en compte l'accessibilité des éléments défectueux. Pour le nouveau véhicule, un effort de ce point de vue a été fait par le constructeur sur intervention de la RATP et avec sa collaboration. Mais pour l'instant, ce nouveau modèle est encore faiblement représenté dans les dépôts.

Enfin, l'activité de dépannage est redevable de la création d'un nouveau profil de dépanneur : le mécanicien d'entretien. Jusqu'au milieu des années 70, les ouvriers d'entretien appartenaient à trois familles professionnelles fortement spécifiées dans leur formation (électriciens, carrossiers, mécaniciens) et dans leurs interventions de dépannage. Une panne pouvait, pour être résolue, voir passer successivement chaque corps de métier. Les difficultés de gérer ces passages successifs de professionnels spécialisés ont amené à ce que soit construit un nouveau profil de professionnel d'entretien : le méca-

nicien d'entretien (M.E.). L'institution de cette qualification, associée à la généralisation des pratiques de dépannage par échange de pièces, a eu pour effet de réduire le nombre des électriciens, alors même que le nombre et la complexité des équipements électriques s'accroissaient.

Nombre de responsables font aujourd'hui le constat que le personnel d'entretien dans les dépôts a de la difficulté à résoudre les pannes de nature électrique. Les promoteurs de l'expérience SE au Routier ont vu dans cette situation, et compte tenu des objectifs fixés, la possibilité de démontrer clairement l'utilité et l'opérationnalité d'un SE de diagnostic des pannes électriques.

Le parc va s'enrichir d'un nouveau bus doté d'équipements électriques plus complexes. La population des dépôts ne dispose plus des savoirs et savoir-faire nécessaires pour l'établissement rapide de diagnostics pertinents dans le domaine électrique. La contrainte d'emploi, existante à la RATP, conduit à explorer des solutions en interne, pour compenser cette déqualification constatée; ceci passe, entre autres, par des actions de formation..

Le SE est donc envisagé dans ce cadre comme un outil pouvant "capter" les savoirs disponibles et les diffuser auprès du personnel présentant des lacunes dans ce domaine.

4.3. La coopération interservices et la composition de l'équipe

Le département "Etudes" et le service "micro-informatique" ont été les premiers avertis des orientations prises par le SCRIB d'expérimenter des SE. Ils ont été les artisans du projet d'un premier SE soucieux d'en démontrer la pertinence.

A cet objectif commun se sont surajoutés des objectifs propres à chaque service. Pour le département "Etudes", le projet de développement d'un SE était l'occasion de pouvoir concrétiser un intérêt propre antérieur pour ce type d'outil. C'était aussi un moyen de montrer que le département Etudes prenait en compte les remarques faites par les dépôts sur la maintenabilité des bus et la recherche des solutions.

L'acquiescement du conseiller "micro-informatique" au projet renvoie, pour sa part, à ce qu'il considère comme essentiel dans la micro-informatique, à savoir qu'elle puisse être une informatique d'utilisateurs. Or, l'outil Nexpert se présentait comme offrant la possibilité d'être développé par les utilisateurs eux-mêmes.

Reconnu comme étant dépositaire des connaissances à expertiser, la coopération du service assistance technique et formation était nécessaire. Une première personne fut associée et participa à la session de formation proposée par Euréquip.

Le manque de disponibilité de l'expert incontesté du dépannage électrique a rendu difficile sa présence lors de cette session. Il s'est donc inscrit plus tard dans la réalisation du projet. Le SE a suscité quelques réflexions de la part des développeurs: Que devient le spécialiste, une fois son savoir formalisé et mis à disposition de tous? Que devient son statut, sa légitimité professionnelle? Quelle est la signification des efforts personnels consentis pour construire son savoir? Qu'en est-il de la mobilisation des experts dans des entreprises qui -contrairement à la RATP- ne garantissent pas l'emploi?

Les utilisateurs finaux des SE n'ont pas été associés à cette phase du développement. Il est vrai que l'un des arguments ayant compté pour que soit concrétisé le projet a été celui du manque de personnel qualifié dans les dépôts et qu'il est géographiquement dispersé. De plus, le projet devait avoir pris la forme d'une maquette dans de brefs délais et il fallait aussi que l'équipe de développement s'approprie le logiciel Nexpert. Enfin, les échanges entre experts ayant des démarches différentes sont difficiles à orga-

niser et à rendre fructueux, en général. Ce sont donc l'expert et l'expert en formation, porteurs d'une démarche, associés à une personne faisant fonction de cognicien/informaticien, qui ont réalisé les maquettes.

Le projet de développement du SE au Routier a donc été marqué autant par de multiples efforts de conviction que de réflexions, pour qu'il se concrétise. Effort de conviction entre services dont les habitudes de coopération sont récentes ; réflexions des experts et des gestionnaires sur l'opportunité réelle des SE

L'intérêt suscité par ce type d'outil au Routier tient en partie à ce qu'il peut être compris comme un des éléments de l'informatique aux utilisateurs. Cette dimension y a été plus fortement présente que les caractéristiques spécifiques aux SE, celles concernant la manipulation possible des connaissances.

Le projet a été enfin aussi l'occasion de créer des coopérations inter-services marquant une volonté affichée depuis quelques années de rompre avec des habitudes de cloisonnement. Cet aspect renvoie certes à l'idée d'une informatique aux utilisateurs, mais plus généralement il s'agit d'ouvrir des opportunités de coopération pour accroître l'efficacité des actions entreprises.

4.4. La première maquette : caractéristiques d'évaluation

Elle a concerné exclusivement les circuits de charge. Seul l'expert désigné et les deux autres membres de l'équipe sont intervenus. Il n'y a pas eu de consultation de personnel des dépôts (contremaîtres ou ouvriers) avant que la maquette ne soit achevée. Les concepteurs ont été essentiellement attentifs au fait qu'il fallait éviter que les dépanneurs, insuffisamment formés, déposent abusivement des équipements électriques.

Il se trouve que l'établissement d'un diagnostic des circuits de charge s'apparente fort à une écriture séquentielle, et qu'il puisse être formalisé dans un guidage pas à pas. Compte tenu de l'objectif associé au SE d'en faire un outil, tel qu'il compense la déqualification constatée, la maquette a été conçue de telle façon qu'un néophyte puisse, en utilisant le SE, arriver au bon diagnostic.

La démarche suivie, fortement directive aux yeux mêmes des concepteurs, a été critiquée par de futurs utilisateurs. En effet, cette maquette a fait l'objet d'une démonstration après une session de formation auprès d'agents des dépôts.

La démonstration du SE a provoqué deux types de réflexions quant à son usage et aux effets de son usage : n'est-il pas substitutif à la formation ? Ne se substitue-t-il pas plus généralement aux formes existantes d'apprentissage professionnel, à l'acquisition d'une professionnalité ?

La maquette présentée aux gestionnaires a été finalement jugée suffisamment prometteuse pour qu'un second développement ait été décidé et que soit stabilisée l'équipe de développement.

4.5. Développement de la seconde maquette

4.5.1. La nature des pannes

La seconde maquette a pris pour domaine d'expertise les "circuits de portes". Les pannes concernant ces circuits sont à l'origine d'immobilisations plus ou moins longues des bus, compte tenu des difficultés d'établissement du diagnostic. Les circuits de portes ont comme particularités de ne pas avoir été l'objet d'une conception d'ensemble, mais d'être le résultat de modifications successives, compte tenu de

l'évolution des normes sécuritaires. Ils sont au coeur de la commande d'ouverture et de fermeture des portes comme l'indique leur nom, mais ils sont aussi en relation avec le démarrage et le freinage des bus. Ce sont donc des éléments complexes et très importants lorsque le bus circule.

L'expertise présente des particularités au regard de celle concernant les circuits de charge. Pour ceux-ci, l'expertise existait pleine et entière, le champ des possibles pouvait être exploré. Dans ce cas, le nombre de pannes possibles, la complexité de celles-ci, sont sans commune mesure avec celles affectant les circuits de porte.

Pour les circuits de porte, l'équipe de développement a eu à saisir une expertise "vivante", en constitution. L'ensemble de cas possibles n'est pas saisissable, en tout cas ne se présente pas comme un ensemble fini. De nouvelles pannes peuvent se produire, pour lesquelles le diagnostic est a priori méconnu. Les connaissances pratiques acquises sont à enrichir tant pour les circuits de charge que pour les circuits de porte. Cependant, cette question de l'enrichissement est plus cruciale pour le second type de circuit.

De plus, les pannes affectant ces circuits sont parfois aléatoires. Les prémisses de la panne apparaissent lorsque le bus roule sous la forme de signes fugitifs. Lorsque le bus arrive au dépôt, ce sont avant tout les éléments d'appréciation des machinistes sur ces signes fugitifs qui constituent les premières informations sur lesquelles les dépanneurs s'appuient pour conduire leur diagnostic. Ce type de pannes fait donc "jouer" aussi les savoirs, la connaissance qu'ont les machinistes de leur véhicule et la possibilité qu'ils ont de saisir le sens des signes fugitifs, puis de transmettre ces informations dans les dépôts.

Enfin, les pannes de circuits de portes sont peu fréquentes, limitant de ce fait l'accumulation possible de l'expérience.

4.5.2. Difficultés d'élaboration des règles

Compte tenu des caractéristiques du domaine à traiter, l'une des difficultés apparues précocement tenait à la nécessité de structurer les règles, de telle sorte qu'elles puissent évoluer compte tenu de nouveaux cas à répertorier. Or, le recours à un raisonnement donnant lieu à un programme de type séquentiel interdit ou rend plus délicates des évolutions de cette nature.

A un moment donné cette difficulté s'est traduite par deux questions :

- l'outil NEXPERT utilisé était-il suffisant pour capter, formaliser un tel type d'expertise? (la question portait donc sur la puissance de l'outil) ;
- une équipe d'utilisateurs peut-elle s'approprier suffisamment le logiciel, la méthodologie d'écriture pour réaliser un SE recouvrant un domaine aussi complexe ?

Ces deux questions renvoient à une question plus générale: Y a-t-il des seuils de complexité dans l'élaboration de SE au-delà desquels la philosophie utilisateurs/informateurs est caduque et rend nécessaire à nouveau l'institution des figures originales: experts/cogniticiens-informaticiens?

Dans le déroulement du projet, l'outil NEXPERT a évolué, requérant l'apprentissage d'un nouveau langage "orienté objet". L'usage de ce langage a rendu plus complexe l'écriture des règles, alors même qu'un des effets attendus de ce type de langage est de réduire en nombre les règles. L'équipe a eu à se saisir de ce langage dans des conditions assez différentes: les experts engagés dans leur activité principale n'ont pu suivre la formation. Seul le "cogniticien/informaticien" a pu investir cette formation, à charge pour lui de transmettre auprès de ses collègues, le contenu de celle-ci.

Sans avoir de réponse définitive, les éléments de démonstration étant insuffisants, on peut se demander dans quelle mesure une spécialisation réelle se constitue, au fur et à mesure du développement du projet, entre le groupe des experts et "l'informaticien".

Jusqu'où le développement de SE peut-il être saisi par les utilisateurs non informaticiens? Dans quelle mesure le développement de SE plus complexes conduit-il à restaurer des distinctions réelles entre l'apport des experts et celui de l'informaticien, et donc des degrés de maîtrise de l'outil, eux aussi différenciés.

4.5.3. La dynamique à mettre en oeuvre

Le fait que le SE se saisisse d'une expertise vivante rend, d'une part plus délicate l'élaboration du SE et, d'autre part, induit une nécessité plus forte d'établir un circuit d'informations dans les dépôts qui enregistrerait les nouvelles pannes rencontrées. Les informations devraient être recueillies, répertoriées et introduites dans le SE. Pour cela, il suffirait de prendre appui sur les formes actuelles de repérage des nouvelles pannes dans lesquelles l'entité assistance technique et formation assure pratiquement cette fonction de recensement, compte tenu de l'organisation actuelle du travail.

4.6. L'insertion dans l'activité quotidienne

Les informations recueillies conduisent à penser que la première maquette peut jouer comme une sorte de guide de dépannage sur les circuits de charge. Il était envisagé que les professionnels n'aient accès qu'au clavier numérique, ce afin d'éviter des demandes de formation en micro-informatique. Cette restriction au seul clavier numérique aurait eu pour effet de renforcer le statut de guide de dépannage du SE.

Concernant la seconde expérience sur les circuits de porte et compte tenu des informations disponibles, elle suscite plus de questions qu'elle ne paraît en résoudre. Quelles compétences et quels outils sont nécessaires pour réaliser de tels systèmes-experts ? En admettant que la maquette soit achevée, comment procéder à son enrichissement ? Dans l'organisation actuelle, le service Assistance Technique est le seul, de fait, à se trouver en situation d'assurer l'enrichissement des pratiques dû à l'apparition de nouvelles pannes. En effet, en cas de blocage dans les dépôts, ceux-ci font appel au Service Technique.

Le SE couvre, d'une manière ou d'une autre, les pannes connues, repérées; le diagnostic de pannes complexes nouvelles relève d'une activité mobilisant d'autres ressources, d'autres pratiques de travail autres que celles attribuées, prises en charge par les dépôts. Elle ne se réduit pas stricto sensu à une circulation d'informations des dépôts vers l'entité assistance technique et formation, mais elle s'appuie sur l'appartenance à un réseau d'informations plus large que celui s'inscrivant dans les dépôts.

Cette activité -diagnostiquer les causes d'une panne nouvelle- est appelée "enquête technique", comme telle, elle n'est pas saisie dans le SE existant; elle peut difficilement l'être en ce que éventuellement, le contexte, l'environnement concret dans lequel le bus circule peut être source d'explication; c'est de rapprochements, d'associations d'idées, d'analyse de phénomènes apparemment disjoints, qu'émerge le diagnostic. Ceci peut mobiliser nombre de connaissances de repères difficiles à clore à un moment donné. De fait, l'appréciation des phénomènes explicatifs des pannes mobilise des connaissances autres que celles concernant les circuits électriques stricto sensu. L'enquête technique serait en quelque sorte la borne supérieure de ce que pourrait faire un SE en matière d'aide au diagnostic de panne.

Relativement au fonctionnement actuel et aux difficultés actuelles concernant les professionnels dans les dépôts, le SE renouvelle-t-il les termes du problème? En particulier, la seule mise à disposition du SE dans les dépôts suffira-t-elle, à terme, pour que chaque dépôt dispose d'une expertise propre lui permettant de réaliser un diagnostic sur des pannes qualifiées, par ailleurs, comme étant aléatoires, peu fréquentes, voire nouvelles?

Plus précisément, les dépôts ont géré assez diversement la population d'agents d'entretien classés M.E. Bien qu'il soit recommandé que les équipes "tournent" afin de rendre concrète et réelle la poly-compétence, il n'y a aucune norme stricte rendant obligatoire cette gestion. De fait, compte tenu de l'obligation de réparation -activité des dépôts-, il a pu, dans certains cas, paraître plus performant de reconstituer des "équipes" d'électriciens. Cette gestion pouvait être une réponse possible à la difficulté réelle de cristalliser une expérience professionnelle en la matière. En effet, la rareté des pannes, combinée à une gestion d'équipe tournante, se heurte à la contradiction suivante: la mise en situation concrète de dépannage, à partir de laquelle se constitue l'expérience, devient trop rare pour qu'un savoir-faire en la matière puisse être réellement accumulé et cumulable.

L'hétérogénéité de la gestion des dépôts a pu se traduire en une hétérogénéité des collectifs de travail, de leur structuration réelle, des qualifications réellement disponibles.

Dans ces conditions, il est possible que le SE suscite des réactions différentes selon les dépôts et les pratiques de travail propres à chacun d'eux, même si il apparaît que le SE pourrait éventuellement prendre place dans les dépôts comme un aide-mémoire non substitutif à la formation initiale sur les nouveaux véhicules.

Les développements réalisés ne concernent que la famille des SC10, cela implique-t-il un travail équivalent pour chacune des familles existant dans le parc, ou bien les SE réalisés échappent-ils à la spécification des SC10?

Le problème posé initialement, et auquel le SE est censé apporter une réponse, était que les difficultés actuelles dans le dépannage des éléments électriques iraient croissantes, compte tenu de la complexité croissante aussi des bus et tout particulièrement des R312. Les développements ont pu se faire sur la base d'une expertise disponible, en quoi le SE peut-il contribuer à la formation d'une expertise d'un savoir à acquérir? En quoi les SE peuvent-ils contribuer raisonnablement à la résolution du problème posé?

5. LE SYSTEME EXPERT D'AIDE AU REPROFILAGE DE ROUES

Ce système expert, dont la réalisation a débuté au cours du deuxième trimestre 1988, est, avec "Cornélius", une des deux "applications" de SE en maintenance initiées par la direction FR après l'expérience Rufus. Piloté par le service Méthodes Organisation, dans ces applications, tirant un enseignement des expériences antérieures à FR, telles le Siad au Rufus, trois aspects ont été privilégiés: faire des systèmes, moins coûteux et qui puissent être rapidement opérationnels; chercher à avoir une maîtrise de l'outil de développement; chercher à impliquer davantage l'utilisateur. Dans ce sens, l'utilisation effective du S.E; était le critère de la réussite.

5.1. L'outil et le domaine d'application

Pour cette expérience, le service MO a choisi d'utiliser un générateur de système expert. Ce choix répondait à l'impératif de départ de parvenir à une maîtrise de l'outil, et d'éviter la dépendance à l'égard d'un cognitif extérieur. Le logiciel retenu, Nexpert, était déjà utilisé dans d'autres applications en cours alors à la RATP, ce qui offrait des possibilités d'échange, de réflexion, entre services utilisateurs en liaison avec le SCRIB et en partie avec son aide financière.

Le choix du domaine d'application, lui, s'est fait de manière plus progressive. Le souhait était de rester dans le domaine de la maintenance tout en élargissant le champ à d'autres applications que le diagnostic de panne. Après évocation de plusieurs possibilités, l'application retenue a été "l'aide à la détermination de valeurs à donner à des paramètres de profil des roues", parce qu'elle semblait pouvoir rapidement faire la preuve de son utilité, tout en restant dans un domaine réduit et, par là, plus maîtrisable.

5.1.2. Le problème à résoudre selon les concepteurs, et les objectifs

Les profils des roues subissent à l'usage des déformations. Or il est nécessaire de rester entre certaines limites pour garantir la sécurité. Lorsque les diamètres des roues sortent des tolérances, il faut les ré-usiner.

Une notice technique remise aux agents donne bien les profils nominaux et la tolérance. Entre ces deux bornes, il leur reste de fait une marge d'appréciation qui doit s'appuyer sur la prévision de l'évolution des usures, elles-mêmes variables selon l'usage fait de chaque train et selon les lignes.

Lorsqu'il faut ré-usiner les roues, deux solutions sont possibles :

- soit d'appliquer les profils nominaux de la notice, ce qui revient à une remise à neuf; mais "l'opération prend du temps, sur-utilise les tours, enlève de la matière et donc à terme affecte la durée de vie de la roue", c'est la solution la plus longue et la plus coûteuse;
- soit, de chercher à optimiser l'usinage de ces profils de roues, à le limiter, en jouant sur les tolérances dans les profils; mais pour cela il faut connaître comment évolue le matériel en fonction de la ligne sur laquelle il est en service.

Les ouvriers tourneurs qui ré-usinent les roues sont hautement qualifiés et possèdent en principe les connaissances et la capacité d'appréciation permettant d'optimiser le travail qui est réalisé. Dans les faits, il semblerait que ces savoir-faire disparaissent en partie ou ne sont plus mis en oeuvre. Si les ouvriers connaissaient autrefois, ligne par ligne, l'évolution de l'usure des roues, les marges acceptables, et s'ils "savaient jouer" des caractéristiques des profils, aujourd'hui cette forme de maintenance prédictive ne serait de mise que dans certains ateliers, et ne serait le fait que d'un nombre relativement réduit de tourneurs. La tendance qui deviendrait dominante serait de ré-usiner systématiquement au profil nominal.

S'agit-il d'une perte relative des savoir-faire pratiques? Plusieurs éléments y contribueraient. Sont ainsi évoqués les changements techniques, les nouveaux matériels roulants, un manque de formation suffisante aussi bien des opérateurs que de leur encadrement, la mobilité, le renouvellement des personnels et aussi un transfert des connaissances "qui a du mal à se faire".

Selon le concepteur, les objectifs assignés au SE dans ce contexte ont été de fournir aux tourneurs un outil qui leur indique des valeurs de reprofilage de manière plus fine que l'actuelle notice technique, et de garder des connaissances qui se perdent, susciter, voire faciliter la réflexion des tourneurs et, par delà, d'optimiser les ré-usinages.

5.2. La démarche choisie pour l'élaboration du SE et son contenu

La réalisation du SE a été prévue en deux phases : la première a eu comme objectif de construire un premier "produit" comportant une "base de règles" de taille relativement réduite, à partir de données d'expertise et de données statistiques. La deuxième phase, de mise au point du SE, vise à l'élargissement et à la correction de la première base de règles. Cette deuxième phase prévue devrait se faire avec les utilisateurs. Elle devrait déboucher non seulement sur un SE opérationnel, mais aussi adapté à l'usage des tourneurs de chacun des ateliers où sont reprofilées les roues du matériel roulant des différentes lignes. C'est un des deux cadres responsables du projet qui s'est en même temps chargé de sa mise en oeuvre. Au moment de notre enquête, le SE était encore dans sa première phase de réalisation.

5.2.1. La première phase d'élaboration

Du point de vue de la démarche, deux éléments caractérisent la première phase d'élaboration du SE: l'acquisition de la maîtrise du générateur, le logiciel Nexpert-objet par le cadre responsable du projet, le recours à une expertise multiple pour l'élaboration de la base de connaissances.

La connaissance et l'apprentissage de l'outil sont allés quasiment de pair avec la réalisation de l'application. Après une courte période de formation au logiciel, le cadre responsable qui possédait déjà des connaissances informatiques a testé, découvert, analysé les possibilités de l'outil, ses limites à travers la construction de la base de connaissances et la réalisation de la base de règles. Dans cette étape, et de son point de vue, l'existence d'un réseau d'utilisateurs de Nexpert dans l'entreprise, pouvant mettre en commun leur expérience, pouvant solliciter lors de difficultés le SCRIB et Euréquip, constituait une aide appréciable. Il n'en reste pas moins que l'acquisition de la maîtrise du générateur s'est faite dans cette expérience à travers sa mise en oeuvre.

Etant "utilisateur" vis-à-vis des fournisseurs, le cadre responsable a pleinement rempli le rôle de "cogniticien" pour l'élaboration du contenu du SE, aussi bien pour l'extraction des connaissances d'expertise que pour leur expression et leur structuration nécessaire à la constitution de la base de connaissances.

Il a choisi deux experts qui ne sont plus praticiens, mais qui possèdent, l'un et l'autre, dans le domaine soit une pratique, soit une connaissance, "qui était encore mise en oeuvre il y a trois ou quatre ans". L'un d'entre eux est un ancien tourneur de métier, qui était responsable d'une équipe "machine-outil" au RER, équipe qui a en charge le tournage des roues. Il a une connaissance et une longue expérience pratique du reprofilage. Le deuxième a une formation de départ de mécanicien. Il a été choisi en raison de son travail à la coopération technique sur des problèmes d'usure de roues. Il a été également, dans son travail, amené à dispenser différentes formations à des tourneurs de roues.

Leur expertise a été complétée et confrontée, sur certains points précis, à d'autres éléments recueillis auprès de tourneurs de terrain par le cadre "cogniticien". Ce dernier a ensuite structuré les données "extraites" en îlots de connaissances pour pouvoir les rentrer sous forme de règles; structuration imposée en très grande partie par le générateur Nexpert.

Les paramètres de reprofilage des roues pris en compte par le cogniticien-concepteur pour l'élaboration du SE n'ont pas tous été puisés dans l'expertise. On ne peut en effet, selon lui, se fier uniquement à la mémoire des experts, même s'ils sont capables de fournir des informations précises sur l'usure des roues selon les lignes.

Dans la mesure où le SE vise à une plus grande précision que la notice technique, et par là "en quelque sorte à fournir une nouvelle notice, une nouvelle loi aux tourneurs", il était indispensable de l'étayer par l'analyse du "fichier" du suivi du matériel. En effet, le fichier permet de faire un historique des relevés des mesures de chaque roue. Mesures qui sont prises de manière précise avec des calibres, environ tous les six mois. Dans la pratique courante du travail, le tourneur a, actuellement, quand un train vient en fosse, à sa disposition le motif de sa venue: "plat en roues", ou "épaisseur du boudin trop grosse", par rapport à une dimension normale, et il a également les valeurs du dernier relevé. Avec les mesures prises sur le matériel déformé qu'il reçoit, il dispose donc de deux séries de mesures qui ne lui donnent pas a priori la tendance de l'évolution. "Un train particulier ne peut donner une tendance générale de la ligne". Pour pouvoir anticiper sur l'évolution de l'usure, avoir une démarche prédictive, optimiser son reprofilage, il doit faire appel à ses connaissances propres du matériel et de la ligne, et aux connaissances collectivement acquises qui se transmettent de manière informelle, en un mot à son expérience professionnelle.

5.2.2. Le contenu du système expert

La première base de connaissances élaborée pour le SE a combiné à la fois des données issues de l'expertise et des données issues des relevés du fichier, remontant six mois ou un an en arrière. Elle a été au fur et à mesure de son élaboration corrigée, enrichie, par la confrontation avec le point de vue des deux experts choisis.

Le style des règles et le déroulement du SE visent "à donner à l'agent une démarche de travail". Le système lui indique tout d'abord de prendre successivement différentes mesures, et ensuite, en fonction des valeurs enregistrées, il lui donne directement le profil à obtenir sur les roues, que le tourneur n'a donc pas à calculer. "L'outil sera pour lui un peu une aide dans ses calculs".

Cependant, si la base de connaissances traite finement les évolutions d'usures selon les lignes, elle n'intègre pas toutes les causes et figures possibles de déformation des roues. Aussi, la résolution des cas "pointus", dont il est difficile de quantifier la part dans l'activité de reprofilage, reposera, comme actuellement, uniquement sur la compétence des tourneurs et de leur encadrement.

5.2.3. La deuxième phase

Lors de l'élaboration de la base de départ, n'avait été sollicitée que l'expertise de deux experts, "afin d'avoir une première base cohérente, pour éviter trop d'avis divers qui à la limite auraient rendu impossible le SE. Dans la deuxième phase, au contraire, il est envisagé de faire appel à une expertise très large, voire même de l'ensemble des tourneur Cette deuxième phase devrait permettre successivement de :

- revisualiser sur le terrain les pratiques de reprofilage, de contacter tous les tourneurs et leur présenter la maquette constituée par la première base de départ, pour "voir si le produit leur convient, s'il y a des manques, si ce qu'on leur demande de faire est réaliste". Certaines opérations peuvent être souhaitables, parfaites dans l'absolu, et irréalisables ou inutiles dans la pratique.

- tester le fonctionnement de la maquette SE et les réactions que susciterait un outil de cette nature chez les tourneurs. Cette étape, perçue par les gestionnaires et le concepteur comme une étape délicate, vise à parvenir à une adhésion de la part des utilisateurs. Adhésion qui ne pourrait se faire, sans une appropriation et une transformation par eux de l'outil SE "Les experts qui ont participé à la réalisation de la première base ne sont pas ceux qui vont l'utiliser. Or si le système n'est pas pris en main, reconnu, apprécié par les gens, il va rester dans un coin".

- enfin, adapter la base de départ à son utilisation pratique en atelier. Selon le concepteur, "en fonction du tourneur et de l'équipe, il sera relativement simple de l'adapter tout en restant dans son idée directrice". Le système, opérationnel selon le concepteur, ne devra pas être unique. Il sera propre à une ligne.

Les tourneurs seraient tenus de consulter le SE, sans être pour autant obligés d'appliquer les cotes indiquées. Ils pourraient ré-usiner les roues aux cotes qui leur semblent les plus adéquates. Ils devraient cependant justifier leur choix.

Le domaine d'expertise couvert par le SE d'aide au reprofilage de roues est un domaine bien circonscrit et relativement réduit, mais il n'est pas un domaine achevé, fermé, ce qui suppose que la base de connaissances à laquelle parviendra le SE dans sa forme définitive et adaptée, ligne par ligne, sera elle aussi susceptible d'évolution. Pour parvenir à assurer la maintenance de l'outil, l'implication de l'utilisateur est considérée comme décisive, particulièrement à travers les cotes de reprofilage effectivement choisies par les tourneurs et introduites dans la base du fichier et leur justification lorsqu'elles diffèrent des cotes prévues par le SE

5.3. Quelle sera la validation?

C'est dans son passage à l'opérationnalité que cette application du SE sera considérée comme pleinement validée. Selon le concepteur et le responsable gestionnaire du service MO, l'expérience sera perçue comme une réussite, si deux conditions sont remplies: la première, que le SE traite des cas précis rencontrés sur le terrain et que les cotes de reprofilage fournies leur soient adaptées. La deuxième, qu'il soit effectivement utilisé par les opérateurs... et là réside une des inconnues, peut-être la principale de cette expérience. Le SE sera-t-il accepté par les tourneurs comme un outil de travail, au lieu d'un outil visant à réduire leur part de réflexion et de décision, comme l'expression d'un doute émis sur leurs compétences, d'une mise en cause, d'une non reconnaissance de leur métier ? Bref, comme un outil potentiellement substitutif des ouvriers de métier pour le reprofilage ?

Ces dernières années, le nombre de tourneurs et le contenu de leur travail ont connu des modifications importantes dans les ateliers de grande révision, notamment avec le passage aux tours à commande numérique en atelier, excepté les tours de fosse où sont effectués les reprofilages. Le SE peut aussi être vécu comme un premier pas vers l'automatisation de ces derniers. Hypothèse qui est, par ailleurs, explicitement évoquée par le cadre concepteur, parmi les perspectives ouvertes par le développement de ce SE. Avant même que le processus de conception soit achevé, il apparaît donc une incertitude.

Deux perspectives s'esquissent de fait sur l'utilisation que pourrait avoir à terme cet outil. L'adhésion des agents utilisateurs, qui est posée par le concepteur comme un élément capital dans l'élaboration même du SE, notamment pour la deuxième phase, et comme une condition de sa validation, exigera pourtant, nous semble-t-il, que les intentions quant à l'usage futur du SE soient définies, posées avec netteté par le concepteur et le service MO, et clairement perçues par les utilisateurs.

Si l'on s'en tient à la première perspective évoquée, celle de fournir un outil d'aide aux tourneurs, dont ils conservent la maîtrise, avec l'objectif d'optimisation de la maintenance d'un élément du matériel roulant, l'intérêt de cette expérience, et l'intérêt du suivi de sa mise en oeuvre, au-delà de l'objectif technique visé, résident également dans les modalités d'extraction des connaissances, et dans la recherche de modes d'expression de la norme qui ne soient pas purement hiérarchiques et centralisateurs.

Encore dans cette perspective, le SE d'aide au reprofilage ne se veut pas une simple substitution d'une norme par une autre, fut-elle plus fine, mais un outil redonnant une démarche à l'opérateur et encourageant sa réflexion. Une contradiction nous apparaît cependant inhérente à cette application. Elle a été justifiée, en grande partie, par une tendance à la perte de savoir-faire des opérateurs. Or, la maintenance de l'outil exigera qu'il y ait un savoir-faire de terrain qui se perpétue, si l'on veut préserver l'esprit dans lequel il est conçu et dans lequel est posée son opérationnalité. Ce SE pour exister et évoluer impliquera que, par ailleurs, l'organisation du travail permette de maintenir l'expertise chez les ouvriers utilisateurs.

6. ENSEIGNEMENTS, QUESTIONS, PROBLEMES, se dégageant des expérimentations SE réalisées

A partir de la présentation et de l'analyse faites dans les chapitres précédents des expérimentations réalisées, il est possible maintenant de dégager quelques remarques générales sur les modes d'initialisation des expériences, sur les choix des domaines d'application et des outils, sur les objectifs fixés, sur les conditions d'élaboration des SE, sur la composition des équipes en charge d'extraire les connaissances et d'écrire les règles, sur les différentes conceptions des SE, sur les facteurs les ayant influencées et sur les questions que soulève chacune d'elles, sur les modes de validation, sur leurs évaluations socio-économiques, sur la perception et l'appréciation portées par les différents acteurs, notamment les experts et les utilisateurs potentiels. Les paragraphes suivants ont été conçus comme autant de fiches que l'on peut lire relativement indépendamment les unes des autres.

6.1. Les objectifs : ambiguïté, empilement, diversité, évolution et dérive, propres à une phase d'expérimentation

Par définition, une période d'expérimentation laisse ouvertes de multiples voies, et suscite une grande diversité d'attentes et d'espoirs. Même si, dans la deuxième vague d'expérimentations, les conditions en ont été plus clairement définies (durée, coût, validité, problèmes à résoudre), la variété des catégories d'acteurs concernés et ayant contribué à la conception a fait que chacun a projeté, explicitement ou implicitement, les préoccupations de son service et son expérience propre sur les caractéristiques que devraient présenter un SE

Ces "marges incertaines" ont certainement eu le mérite de produire des expérimentations variées permettant de mieux cerner les utilités et les possibilités de l'introduction de SE dans les systèmes de travail.

Les promoteurs des SE, regroupés dans le "groupe transversal", ont d'abord eu pour préoccupation de faire en sorte que la RATP ne soit pas à l'écart d'une évolution technique pouvant se révéler majeure et avoir des répercussions profondes sur la vie des entreprises. D'où l'importance de procéder à des essais pour vérifier les potentialités de ces nouveaux outils et pour explorer avec les services opérationnels les usages qui pourraient en être faits. A ces objectifs initiaux, se sont greffées ensuite des intentions rendues possibles par l'évolution des SE eux-mêmes. Chemin faisant, elles ont pu prendre le pas sur les premiers, à savoir : promouvoir une informatique accessible et utilisable directement par les services concernés, sans recours au service informatique central dont la tutelle a pu être ressentie par le passé comme pesante et désautonomisante ; coordonner cependant dans le même temps les différentes expériences SE, de telle sorte que chaque service ne s'engage pas dans des voies techniques et conceptuelles divergentes, voire contradictoires et bénéficie de l'expérience des uns et des autres.

Les SE ont été initiés à la RATP dans un contexte intellectuel encore fortement marqué par les débats et les espoirs suscités par l'Intelligence Artificielle, dont les outils qui en dérivent étaient parés de ses attributs, voire de ses qualités supposées ; ainsi résumés par G. de Tersac et J.L. Soubie :

- "rendre accessible le savoir-faire des experts de telle sorte que les utilisateurs ayant une expérience moindre puissent atteindre rapidement le niveau des experts ;
- rassembler et gérer dans un même dispositif des connaissances et des savoir-faire émanant de plusieurs experts, qu'il est difficile d'avoir pour résoudre des problèmes qui requièrent des niveaux de compétence différents ;
- augmenter le niveau d'expertise, c'est-à-dire le savoir-faire des experts confrontés à la résolution de problèmes complexes et peu familiers ;
- étendre les possibilités de résolution de problèmes par la gestion d'un espace de connaissances de plus en plus vaste".

De ces objectifs, (trop) théoriques, découlant de l'IA, et formulés dans un contexte de laboratoire faisant abstraction du "monde réel", c'est-à-dire des rapports sociaux dans lesquels les SE seront conçus et implantés, il en a été retenu que les SE se devaient d'être formateurs, et non pas substitutifs à l'agent qualifié.

Cette intention a été clairement formulée dans toutes les expérimentations étudiées. Toutefois, elle a souvent coexisté avec d'autres objectifs : mémorisation et traitement de tous les cas possibles, réduction du temps de diagnostic, prescription d'une démarche... dont on peut se demander s'ils sont compatibles au sein d'un même SE avec une visée pédagogique.

En effet, comment peut être vécu comme un outil de formation un SE conçu pour donner, d'une manière optimale, la réponse correcte à tous les cas connus ? A quoi sert-il, se demande l'utilisateur final, de se former à la résolution de problèmes qu'un système sait maintenant résoudre pour autant qu'on lui fournisse les informations qu'il demande ?

Les fournisseurs ont, pour leur part, poursuivi aussi leurs propres objectifs, non contradictoires avec les autres, mais quelque peu différents. Pour Cognitech, il s'est agi surtout de faire la démonstration de la possibilité de traiter les "connaissances", de parvenir ainsi à des résultats fiables, et chemin faisant de concevoir des formes générales de règles permettant de progresser conceptuellement. Il y a eu dans l'intervention de

Cognitech une part de recherche. Pour Neuron Data, ayant commercialisé entre temps un générateur de SE, Nexpert, l'objectif a été de montrer que l'on en était arrivé à un stade de réelle application, libérant l'utilisateur du recours à un cogniticien et permettant de résoudre effectivement et rapidement des problèmes d'organisation. La démonstration à faire n'était plus à dominante théorique, mais au contraire directement utilitaire, dans les termes posés par les responsables opérationnels, ou susceptibles d'être formulés par eux. Les conditions d'une dérive par rapport au projet initial n'ont-elles pas commencé dès lors à être réunies?

Aux objectifs des promoteurs et des fournisseurs se sont rajoutées les idées des équipes de conception et particulièrement celles des "experts". La participation de ces derniers n'allait pas de soi et n'a pas été acquise d'emblée. Le recours à des experts "non praticiens" a facilité leur accord. Ils se sont, en outre, eux-mêmes persuadés de l'utilité d'y participer, à partir de leurs raisons propres et en envisageant des usages possibles des SE parfois différents de ceux des services concernés ou des promoteurs. Le système-expert a été imaginé par les uns comme une sorte de "calepin" collectif et informatisé à la disposition de tous, et notamment des débutants, pour faciliter la diffusion des connaissances. Pour d'autres, il s'est agi de fournir à des agents jugés insuffisamment compétents, et parfois motivés, la solution correcte aux problèmes rencontrés. Pour d'autres encore, de rendre possible le traitement de cas particuliers par des agents non spécialistes.

Enfin, les problèmes d'organisation des services d'accueil des expériences ont été de plus en plus prégnants dans les orientations données aux concepteurs. A la fois pour répondre à une exigence d'opérationnalité, pouvant seule justifier un investissement dans les SE, et pour faire la démonstration de l'utilité de ces outils, les promoteurs, les fournisseurs comme les concepteurs se sont emparés de certains problèmes d'organisation tels que formulés par les services pouvant accepter des expérimentations, et ont assigné explicitement ou implicitement à celles-ci de contribuer à les résoudre.

Ces problèmes sont de nature différente selon les services. Au ferré, mise à niveau plus rapide des dépanneurs débutants. A la CCAS, transfert de traitement des dossiers particuliers aux décompteurs pour tout à la fois enrichir leur travail et élever la productivité du service. Au routier, éviter les déposes inutiles d'appareillage et l'immobilisation prolongée des bus en donnant aux mécaniciens d'entretien la marche à suivre dans chaque cas de panne pour parvenir au bon diagnostic. En atelier de Grande

Révision, optimisation du reprofilage des roues des rames, par reconstitution des cotes adaptées à chaque ligne et à chaque train qu'avaient établies et qu'appliquaient antérieurement les tourneurs et dont la connaissance serait en cours de disparition.

Or, il ne semble pas qu'il y ait eu, dans la plupart des cas, une analyse de l'origine et de l'histoire de ces difficultés afin de vérifier si un SE était la solution pertinente. Bien que cela n'ait pas été l'objet de l'enquête, les entretiens ont fait apparaître que les problèmes désignés n'étaient parfois que l'apparence d'autres problèmes, ou bien avaient des causes dont le traitement aurait été plus efficace et économe pour atteindre l'objectif que d'introduire un SE

Les expérimentations des SE se sont donc effectuées dans le cadre d'objectifs multiples et "glissants" et d'intentions partiellement floues. Cela pose la question de leur validation qui ne peut se faire qu'en fonction d'objectifs clairement énoncés et partagés par les protagonistes.

Pour être complet, il faut mentionner un dernier acteur qui se caractérise dans les cas étudiés par sa quasi absence, à savoir les utilisateurs finaux potentiels qui, pour des raisons diverses, n'ont pas, ou qu'indirectement, participé et dont la présence s'est seulement manifestée à travers les représentations que les autres acteurs (promoteurs, fournisseurs, concepteurs, encadrement) se sont faits de leurs attitudes et de leurs attentes, représentations parfois décalées par rapport à la réalité, si l'on en juge les quelques réactions enregistrées des utilisateurs finaux.

6.2. Les domaines d'application des SE

Les premiers domaines d'application envisagés ont été ceux de la maintenance. Ils correspondent en effet le mieux aux objectifs théoriques des SE. Le savoir-faire non formalisé y tient une place importante. Ce fut l'ambition de RUFUS que de chercher à le formaliser, à le mémoriser et à le rendre disponible.

Toutefois, remarquons qu'il s'agissait surtout de maintenance électrique, domaine où les causes des incidents sont plus aisément identifiables par déduction logique que dans le domaine mécanique par exemple, même si ces causes peuvent être autres qu'électriques.

Avec l'utilisation de NEXPERT et l'application aux domaines administratifs régis essentiellement par des règlements, on passe à des champs de connaissances, où l'appréciation, l'expérience sont beaucoup moins importantes et nécessaires. On se rapproche fortement de secteurs d'activité susceptibles d'une informatisation classique. L'avantage essentiel du SE devenant alors de pouvoir "programmer" sans informaticien. Les autres expérimentations réalisées avec Nexpert concernent la maintenance électrique de circuits bien délimités sur les bus et le reprofilage des roues des rames du métro dont les paramètres connus sont en nombre réduit.

Les générateurs de SE, ne permettant plus par définition de concevoir des SE "à la carte", ne peuvent s'appliquer qu'aux domaines traitables et aux expertises exprimables dans les formes des règles du moteur d'inférence. Logiquement, les générateurs de SE devraient s'enrichir et se diversifier, mais dans la mesure et au rythme seulement où les chercheurs et les cognitivistes parviendront, d'une part à repérer et à formaliser les différents modèles de raisonnement à partir d'une activité soutenue "d'extraction", la moins déformée possible, des connaissances des experts praticiens et, d'autre part, à concevoir les moteurs d'inférence correspondants.

A court terme, cette situation a une conséquence. Mis à part les domaines pour lesquels le SE n'est en fait qu'un outil d'informatisation et dont les objets d'expertise sont restreints, les autres domaines ne peuvent être qu'en partie traités par les générateurs existants, ce qui, dans certains cas, peut rendre leur utilité trop limitée pour en justifier l'emploi.

6.3. La composition de l'équipe de conception

6.3.1. L'expert

6.3.1.1. En trouver un !

La disponibilité de l'expert est bien évidemment une condition *sine qua non*. Elle n'est pas toujours acquise. Par définition, l'expert est la personne particulièrement compétente, souvent irremplaçable dans l'activité quotidienne de l'atelier ou du service. Dans une des expériences (le SE Maternité), l'expert désigné (en l'occurrence le chef du ser-

vice Prestations) s'est trouvé, par suite de la promulgation des décrets Seguin, mobilisé pour concevoir et mettre en place les modifications du traitement des dossiers qui en résultaient, et donc dans l'impossibilité pratique de participer à l'élaboration de la base de connaissance du SE. Cette situation a lourdement affecté cette expérience. Dans ce cas, le code de la Sécurité Sociale a fait office d'expert.

L'acceptation de l'expert est également une condition tout aussi évidente. Elle n'est pas toujours immédiate, et la proposition faite est parfois rejetée. La crainte de l'expert quant à son propre avenir n'est pas étrangère aux hésitations ou aux refus enregistrés.

La dernière condition, enfin, pour disposer d'un expert est que ce dernier ait l'aisance suffisante pour exprimer, décrire, détailler sa façon de faire. Il ne s'agit pas là simplement d'une plus ou moins grande facilité d'élocution, mais bien plutôt de la capacité à réfléchir et à analyser sa pratique et surtout à en dégager les traits et les moments essentiels (ce qui est tout autre chose que de la décomposer en étapes logiques). Est-ce ainsi que l'aisance souhaitable a été entendue par les promoteurs des différentes expériences?

N'a-t-on pas plutôt privilégié l'esprit de système et le goût à la formalisation et à l'exhaustivité au détriment de la richesse de l'expertise et de l'esprit de finesse?

6.3.1.2. A quelle catégorie d'experts recourir?

Cinq catégories d'experts sont théoriquement possibles : l'expert-praticien dans le service concerné, l'expert-cadre du service, l'expert-formateur (généralement ancien expert-praticien), l'expert-études (ayant pu être également praticien antérieurement), l'expert-fournisseur.

Pour des raisons d'indisponibilité notamment, de capacité jugée insuffisante d'explicitation du savoir-faire, de refus, de crainte de refus, ou pour éviter des discussions inutiles ou prématurées, de fait aucun des experts retenus dans les expériences étudiées n'était praticien dans le service ou l'atelier concerné, c'est-à-dire utilisateur final potentiel.

Or, la fonction exercée par l'expert au moment de sa désignation, son expérience passée, son rapport au savoir, son itinéraire professionnel, son projet personnel ont manifestement des effets sur ce qu'il imagine pouvoir être l'utilité d'un SE et par conséquent sur la démarche et le contenu de l'expertise qu'il explicite. De même, sa position dans l'organisation et la perception que les utilisateurs potentiels en ont, affectent l'accueil fait à la maquette, à l'élaboration de laquelle il a participé.

L'expert-formateur et l'expert-études sont généralement les plus faciles à mobiliser, car leur activité est souvent moins "serrée" et moins soumise à des aléas de programme. De fait, cinq des six experts désignés appartiennent à l'une ou l'autre catégorie. Le sixième est cadre du service concerné et n'a pu véritablement remplir sa fonction d'expert par manque de temps.

Tous anciens praticiens, ils avaient eu eux-mêmes à acquérir le savoir-faire nécessaire et ils connaissaient les conditions d'exercice du métier. Leurs nouvelles fonctions, de formation ou d'études, a exigé de plus de leur part d'explicitation leurs connaissances, de les ordonner et de les situer dans des ensembles plus vastes. Leur position et leur itinéraire offraient donc a priori des garanties quant à la richesse de leur expertise, à sa clarté et à sa praticité. Toutefois, les avantages que présentent ces deux catégories d'experts ont leur revers. L'éloignement, parfois ancien, du service d'origine résultant de leur évolution professionnelle a fait que leur expertise n'était pas complète et à jour. Des compléments se sont révélés parfois nécessaires, obtenus dans quelques cas auprès de praticiens.

Enfin, ces experts ne sont plus sous le contrôle social de fait des utilisateurs finaux potentiels. Ils ne font plus partie de ces derniers. Une réticence, à leur égard, se manifeste et complique l'acceptabilité du SE

La troisième catégorie d'experts utilisée dans les expériences étudiées, à savoir l'expert-cadre opérationnel du service, n'a tout simplement pas pu participer réellement à l'élaboration de la base de connaissance, par indisponibilité non prévisible.

Au-delà du cas particulier, le recours à un cadre hiérarchique opérationnel peut présenter des inconvénients : connaissance de l'activité d'une manière plus formelle, plus normative, que d'une manière réelle, tenant compte des usages, de "l'économie" de pensée et de gestes des agents, de certaines contraintes épisodiques (façons de faire qui sont parfois finalement plus rationnelles) ; ignorance de certaines situations ou cas ; méfiance possible des agents, etc...

Le recours à des agents-praticiens présente bien sûr d'autres difficultés, voire impossibilités. Notons que, dans trois cas sur les quatre où l'on a considéré la maquette comme aboutie du point de vue de la qualité de l'expertise, la consultation d'expert-praticien a été nécessaire. Une fois, celle-ci a entraîné une réécriture de la base de connaissance.

6.3.1.3. Un ou plusieurs experts ? Officiellement un, dans les faits parfois plusieurs.

Sauf dans le cas du reprofilage de roues, la position de principe au départ a été de ne désigner qu'un expert. Pour des raisons de temps, de complexité de marier des démarches qui peuvent être différentes dans leur logique, d'impossibilité de dégager plusieurs experts pendant plusieurs semaines, voire d'exigence de l'expert lui-même.

On sait que d'autres entreprises ont adopté la position de recourir à plusieurs experts. Les risques d'incomplétude, d'erreur sont moindres. De plus, il est intéressant de comparer des démarches différentes pour dégager la meilleure méthode, voire de proposer plusieurs voies de résolution. Enfin, la participation de plusieurs experts permet de pallier aux indisponibilités momentanées de certains, voire de ne pouvoir les mobiliser qu'à temps partiel.

De fait, on l'a vu, sauf dans un cas où les connaissances sont "finies", où tous les cas possibles sont identifiés (le circuit de charge des bus), la consultation de praticiens a été nécessaire. La contre expertise effectuée par un agent expérimenté au moment de la présentation de Rufus a fortement enrichi ce dernier. Le SE cure thermique tient ses qualités de précision et de praticité notamment aux remarques des "animateurs" et aux conseils du praticien concerné. Des données fournies par deux praticiens ont été intégrées dans le SE reprofilage des roues. Et il est prévu que les agents, tout en l'utilisant, l'enrichissent.

6.3.1.4. Le rôle de l'expert.

Dans la phase actuelle d'exploration et d'expérimentation, l'expert a en fait un rôle beaucoup plus large que celui d'exposer et d'explicitier ses connaissances professionnelles. Il participe à la définition des objectifs ou tout au moins il influe sur eux. C'est en fonction de la vision qu'il a de l'activité à expertiser qu'il oriente l'utilité à donner au SE. Cette participation ou cette influence possible, le "jeu" qui existait encore quant à l'orientation des SE ont certainement facilité l'acceptation de certains experts à livrer leurs connaissances. On peut penser qu'à l'avenir, les potentialités et les utilités des SE

étant clairement repérées, l'expert aura un rôle plus délimité. Sera-t-il aussi intéressé et motivé ?

6.3.2. Le cogniticien

L'expérience de Rufus a montré la dépendance dans laquelle se trouvait l'entreprise par rapport à la société fournisseuse, Cognitech, et le coût élevé qu'entraînait la participation permanente d'un cogniticien. Nexpert et tous les générateurs libèrent à première vue de cette dépendance et de ce coût. Ils possèdent en effet un moteur d'inférence constitué de formes de règles d'inférence déjà écrites, qui serviront à traiter les connaissances de l'expert. Ces règles ne sont plus à concevoir et à écrire par le cogniticien à partir des règles de fait du raisonnement de l'expert. Le cogniticien n'a plus besoin, non plus, de procéder à l'extraction des connaissances. Il lui suffit, avant l'élaboration du SE, d'apprendre à l'expert, ou à toute personne l'assistant, à écrire ses connaissances dans les formes fixées.

Dans ces conditions, le type de SE qu'est Nexpert n'introduit-il pas des contraintes et des limitations dans la formulation des connaissances telles que certaines d'entre elles, essentielles, ne peuvent être intégrées ou bien ne peuvent l'être qu'en subissant de graves déformations ? N'aboutit-il pas, de ce fait, à restreindre les champs d'application possibles des systèmes-experts, à réduire ces derniers à des outils d'informatisation, enfin à en détourner l'objectif et le sens ?

Les cognitivistes (dont la connaissance se constitue aujourd'hui à partir de la psychologie cognitive, de l'informatique et de la linguistique) sont encore loin d'avoir un catalogue de formes de représentation des connaissances tel que celles-ci puissent être correctement représentées, et de logiques de raisonnement suffisamment diversifiées pour que des experts et des utilisateurs de milieux socio-culturels variés puissent y retrouver leur façon de réfléchir. Ce catalogue ne se constituera et ne donnera naissance à des générateurs de SE, vraiment riches de possibilités de formalisation multiples et de démarches adaptées, que si des situations très différentes sont analysées. N'est-il pas un peu tôt pour abandonner toute élaboration de SE à la carte ? Ce n'est certes pas le rôle premier d'une entreprise que de mener des recherches fondamentales ni même d'en financer sous couvert d'une application hypothétique.

A deux aspects près. Le premier est que les développements de SE puissants et performants pour les entreprises se feront d'autant mieux que de nouveaux moteurs d'inférence, plus riches, auront été conçus à partir de cas d'expertise en entreprise. Le deuxième est que les experts et les utilisateurs peuvent se désintéresser petit à petit d'outils trop durablement limités dans leur capacité de raisonnement et de restitution des connaissances.

Enfin, on peut se demander si, même avec un outil comme Nexpert, le cogniticien du fournisseur peut se contenter d'apprendre à formaliser les connaissances dans les formes imposées par le moteur d'inférence qui caractérise ce générateur de SE. Dans les expérimentations étudiées, ayant utilisé Nexpert, les experts étaient, d'une manière ou d'une autre, habitués à la formalisation et à la verbalisation de leur savoir. Cette capacité a rendu possible une intervention courte du cogniticien. D'autre part, les domaines d'expertise ont été des domaines limités et relativement simples. Qu'en sera-t-il lorsqu'il sera nécessaire de recourir à de vrais experts praticiens pour expertiser des champs de connaissances diverses et floues ?

6.3.3. L'informaticien

Lors de la première expérience RUFUS, la question de l'informaticien ne s'est pas posée. Ce dernier se confondant avec le cogniticien. C'est avec Nexpert et le déplacement (ou plutôt la diversification) des objectifs et des domaines d'expérimentation que la fonction de l'informaticien a fait l'objet d'une évaluation. Nexpert assurant lui-même une partie des opérations du cogniticien et la mise en forme des connaissances étant réalisable en suivant un guide méthodologique simple, l'utilité d'un informaticien n'est plus apparue évidente. La possibilité de s'en passer a fait de plus lever l'espoir, dans les services utilisateurs d'informatique, de pouvoir se dégager d'une tutelle jugée pesante et rigide dans le passé.

Les deux expériences de la CCAS ont montré qu'il était possible de se passer d'informaticien, à quelques nuances et inconvénients près toutefois. Les deux équipes en charge d'élaborer chacune un SE ont été composées en effet différemment : l'une avec et l'autre sans informaticien. Cette dernière comprenait un cadre et une formatrice spécialisée dans la conception de didacticiels, assistés à leur demande de conseillers de la société fournisseuse de Nexpert. Les membres de cette équipe n'étaient donc pas totalement ignorants de l'esprit et des règles élémentaires en informatique de par leur formation et leur fonction et ils ont de plus disposé, à travers les interventions d'Euréquip, d'une assistance informatique de fait. L'absence d'informaticien permanent a entraîné d'autre part quelques défauts mineurs dans la conception des SE cure thermique : un temps de traitement non optimisé et une présentation graphique déficiente.

6.4. Les savoir-faire sont-ils formalisables sans appauvrissement ni simplification?

6.4.1. Complexité et diversité socio-culturelle des processus perceptifs et mentaux

Les recherches en psychologie cognitive, en ergonomie et en sociologie ont d'ores et déjà montré, d'une part la très grande complexité des processus perceptifs et mentaux en jeu dans les activités qualifiées et, d'autre part, leur grande diversité selon les milieux socio-culturels et ethniques. Ces deux caractéristiques sont, pour l'instant ou durablement, en contradiction avec la relative pauvreté des formalismes utilisés dans les SE, avec l'exigence d'émiettement et d'isolement du savoir en îlots, granules ou atomes, et avec le postulat de l'universalité des règles d'inférence. Ces limitations actuelles peuvent n'être que provisoires et non consubstantielles à l'outil lui-même. S'il en est ainsi, leur dépassement nécessiterait cependant des travaux approfondis de psychologie et de sociologie dont on peut penser que les "retombées" ne seront pas immédiates. Reste une question.

6.4.2. L'automatisation des raisonnements humains consiste-t-elle à tenter de les copier ?

Si leur connaissance est indispensable pour progresser, il n'est pas sûr que leur automatisation doit consister à essayer de les reproduire à l'identique. L'histoire des techniques a très souvent montré que toute tentative de reproduction mécanique du geste humain pour s'en dispenser a été vouée à l'échec. La machine à coudre n'a été pensable que lorsqu'on a arrêté de vouloir mécaniser le geste de la couturière. Il en sera vraisemblablement de même du raisonnement.

6.4.3. Dans les domaines d'expérimentation de Nexpert, la formalisation des "connaissances", c'est-à-dire leur expression dans les formes de règles pré-établies du moteur d'inférence, ne semble pas avoir rencontré de difficultés. Plusieurs raisons à cela. Les domaines retenus sont limités. Les cas possibles, en l'état actuel de chaque domaine, ont tous été repérés, sauf pour une expérimentation. Chaque cas met en jeu peu de paramètres, et on en connaît la solution.

Il faut cependant faire une restriction au constat de non-difficulté de formalisation, d'adéquation des règles d'inférence aux raisonnements des experts, ou tout au moins de la possibilité de transcrire leur démarche en une succession de règles d'inférence du générateur en aboutissant au résultat attendu. D'une part, les experts retenus étaient certes des anciens praticiens du domaine, mais étaient aussi, au moment des expérimentations, soit des formateurs, soit des agents d'études, donc habitués à un mode de formalisation plus proche de celui requis par les SE, peut-être déjà simplificateur par rapport à la réalité. D'autre part, aucune des maquettes n'a encore donné naissance à une version opérationnelle et effectivement utilisée. Si la "validation" a montré sur quelques cas la pertinence et l'efficacité des SE conçus, seul leur usage dans le travail peut confirmer que les raisonnements ont été transcrits sans déformation ni oubli, et que les démarches des experts sont des démarches adaptées en situation de travail.

6.4.4. Par rapport à la question posée, l'expérience de RUFUS est plus riche d'enseignement

Avec Nexpert, la question était de vérifier si les formes de règles pré-établies étaient suffisantes pour l'expertise réalisée. Avec Rufus, il a fallu concevoir ces formes de règles à partir de la démarche de l'expert. Il est intéressant de rappeler les étapes de l'écriture des règles de ce SE. Interprétant mal les attentes du cogniticien en matière d'exhaustivité des cas possibles et de hiérarchisation des niveaux d'analyse, l'expert est parti des schémas électriques pour localiser les pannes susceptibles de se produire et reconstituer les vérifications à effectuer pour parvenir à identifier leurs causes selon une démarche très algorithmique. L'exhaustivité et la systématisme de cette dernière aboutissaient à un luxe de détails inutiles ou secondaires, à perdre l'essentiel et à construire un SE inadapté aux conditions de dépannage.

L'impasse étant manifeste, la deuxième étape a consisté à partir de la démarche réelle du dépanneur face à chaque catégorie de pannes qu'il est amené à rencontrer, et à utiliser réellement les possibilités d'un SE. Le dépanneur regarde, vérifie tout d'abord quelques données générales du train lui permettant de faire un pré-diagnostic et de déterminer la fonction, l'ensemble, l'organe concerné. Ensuite il procède par étape à la localisation précise de la cause. Cette démarche "colle" assez bien avec la structuration classique au niveau des règles dans le système expert. Un SE opératoire a ainsi pu être élaboré.

En revanche, l'écriture en lignes successives des règles et des questions afférentes oblige à une décomposition et à un éclatement des actions de vérification, à un raisonnement en "ligne verticale", alors que le dépanneur perçoit, synthétise en même temps un faisceau d'événements situés dans le SE à des niveaux différents, et en tire des conclusions plus rapides y compris dans les cas de combinaisons inhabituelles d'événements pour une panne donnée. On retrouve là, vraisemblablement, la spécificité des processus perceptifs et mentaux dont on peut se demander s'ils peuvent et doivent être imités au plus près par les SE.

6.5. Les différentes conceptions des SE élaborés et les questions qu'elles soulèvent

Les caractères des maquettes résultent, au-delà des outils utilisés, des objectifs initiaux et des attentes suscitées, des conditions d'élaboration du SE et de l'équipe de conception notamment de l'expert.

6.5.1. RUFUS, peut-il être un SE pédagogue ?

Rufus, système-expert à la carte, a d'abord été une expérimentation visant à démontrer que l'on pouvait formaliser et mémoriser des savoir-faire. La meilleure preuve pouvait en être que, grâce au SE, un agent débutant serait en mesure de diagnostiquer une panne complexe. Or, après une période de travail en double, le jeune "contremaître visiteur" se trouve en effet parfois en situation stressante à devoir prendre une décision rapide, alors qu'il ne connaît pas encore toutes les "ficelles" du métier et toutes les particularités des différents types de matériel en service. L'expert désigné, ancien CV (contremaître-visiteur), s'est montré, pour l'avoir vécu lui-même, particulièrement sensible au problème de la transmission des savoirs et des recettes entre agents jeunes et anciens, qui ne se fait pas toujours facilement et qui ne se réalise que dans le respect de normes sociales propres au groupe professionnel. Rufus pouvait être utilement conçu comme un outil de transmission et de "formation" à la disposition des débutants.

Ce problème, s'il est bien réel, n'est pas cependant le problème essentiel mettant en cause à FR la rapidité et l'efficacité du diagnostic. Ce dernier est d'abord compromis, aussi bien pour les jeunes que pour les agents expérimentés, par l'imprécision des "signalements" transmis par les conducteurs via le PCC, imprécision résultant de nombreux facteurs : manque de compétence des nouveaux conducteurs, caractère fugitif des symptômes de certaines avaries, impossibilité pratique pour le conducteur d'enregistrer en temps voulu les anomalies...

Rufus, expérimentation "pour voir" et "pour se faire la main", n'a donc pas été orienté dans sa conception par la préoccupation majeure du service, mais par celle secondaire de la transmission des savoirs et de l'efficacité du diagnostic des CV débutants. Les savoirs manquants à ces derniers ont été perçus d'abord comme des vérifications à ne pas oublier, des "raccourcis", des astuces ou des recettes qui font gagner du temps, en mettant rapidement sur la bonne piste. Donc, outre les contrôles et les tests logiques à faire sur les pannes caractérisées, l'expert a eu le souci de prendre en compte les pannes déroutantes dans leur manifestation et de transmettre les connaissances pratiques des CV.

Un SE, ainsi conçu, est-il formateur ? En l'état où se trouvait la maquette au moment de l'enquête, il ne l'était qu'indirectement, potentiellement et partiellement. Indirectement, dans la mesure où la démarche donnée à l'agent peut le surprendre et l'amener à s'interroger sur le pourquoi. Potentiellement, dans la mesure où l'interrogation qui peut naître de l'application des vérifications demandées par le SE ne trouve une réponse que si l'agent parvient à réorganiser dans sa tête ses connaissances, de telle sorte qu'il retrouve la logique de la démarche proposée. Partiellement, parce qu'il peut y avoir des sauts de raisonnement tels ou des recettes pour l'instant sans explication, parce que de toute façon l'agent ne peut comprendre seul les raisons des questions posées par le SE. Et de fait, le dépanneur débutant à qui a été confié Rufus, lors de la validation, a réussi à trouver, grâce à lui, la cause d'une panne complexe, mais sans comprendre le cheminement qu'il avait suivi sur les indications du système. Seuls les dépanneurs expérimen-

tés ont compris les questions posées, en les trouvant même parfois simplistes, inutiles ou non optimales, par rapport à ce qu'ils font habituellement.

Il était envisagé que le SE puisse donner, à la demande, les explications aux règles qu'il applique. L'agent débutant, ayant effectué rapidement son dépannage grâce au SE, pourrait donc ensuite, dès qu'il a un moment de libre, rechercher les raisons de ce qu'il a fait et ainsi acquérir progressivement plus rapidement le métier nécessaire. Une telle conception soulève toutefois plusieurs problèmes.

Les explications spécifiques à telle panne et à telle vérification ne sont formatrices que si elles induisent une façon générale de voir et de penser, en situation concrète de travail, susceptible de permettre de faire face ensuite, sans l'aide du SE, à des pannes du même type, et de trouver soi-même des façons plus performantes encore de dépanner. Sans cela le SE "pédagogue" ne transmettrait que des "connaissances expliquées" émiettées, sans lien de méthode entre elles. La pédagogie sur des cas concrets n'a de vertu formatrice que si elle est l'occasion de cette abstraction méthodologique. Plus encore, on peut penser que n'est réellement formateur que la personne ou l'outil capable de permettre à l'élève de trouver seul la solution, c'est-à-dire capable de transmettre une méthode et non systématiquement la réponse.

Le projet formateur de Rufus rentre en contradiction avec d'autres de ses caractéristiques. Les concepteurs ont essayé de prendre en compte toutes les pannes possibles et de donner à chaque fois la solution. Dès lors, deux questions se posent : que peut avoir de réellement formateur un outil qui, en tout état de cause, donne la solution à toutes les pannes répertoriées ? Enfin, sur le plan économique, on peut se demander à quoi servirait de former des agents s'il suffisait qu'ils appliquent les consignes d'un SE qui donnerait à coup sûr le bon diagnostic dans tous les cas.

Ainsi conçu, le SE ne peut qu'être rejeté, vécu en concurrent, par les CV et agents expérimentés, et même perçu comme pouvant se substituer à eux à terme. Rufus, d'une part, n'a pas été pensé en fonction du problème essentiel de diagnostic des CV (à savoir des signalements insuffisamment pertinents et une documentation non à jour) et, d'autre part, soulève potentiellement des questions sur le type de pédagogie dont il pourrait être le support et sur sa possible utilisation substitutive aux agents qualifiés.

L'ensemble de ces raisons, ainsi que le coût de son élaboration et de sa maintenance éventuelle, font qu'il est difficile aujourd'hui de lui trouver en l'état un usage dans le cadre de l'organisation et des relations sociales à FR et avec le niveau élevé de qualification du personnel existant.

6.5.2. Les SE cure thermique et maternité à la CCAS : prévus comme des outils de formation, sont-ils devenus des outils de traitement banalisé de dossiers particuliers ?

Les expérimentations SE qui suivent Rufus ont été marquées par le bilan qu'en a tiré le groupe "transversal" et par l'évolution de l'offre de SE. Les SE "à la carte" sont apparus comme longs à concevoir, coûteux et créant une dépendance vis-à-vis du fournisseur, bien qu'ils aient permis de vérifier la possibilité de formaliser de façon pertinente les savoir-faire et qu'ils se soient révélés efficaces dans leurs domaines d'application. Par ailleurs, sont apparus sur le marché des "générateurs de SE", type Nexpert, ayant déjà un moteur d'inférence élaboré avec des formes de règles de connaissances déterminées, permettant donc de se passer d'un cognicien. Ces nouveaux outils très maniables semblaient donc supprimer nombre d'inconvénients des SE à la carte, du point de vue de leur opérationnalisation, de leur "maintenance" et de leur coût.

Il fallait vérifier si, grâce à ces "générateurs", il était possible pour les "utilisateurs" de concevoir des SE rapidement, sans cognicien, voire même sans informaticien, de les utiliser et de les "maintenir" facilement. Ce sont ces caractéristiques annoncées, d'outils informatiques concevables et gérables par les utilisateurs, qui ont intéressé la direction et l'encadrement de la CCAS et qui les ont convaincus de faire procéder à l'élaboration de deux maquettes. En effet, les "connaissances" à mettre en oeuvre dans le traitement des dossiers cure thermique et maternité ne présentent pas le caractère implicite et non formalisé, que peuvent avoir les "connaissances" dans le domaine du dépannage des matériels roulants, par exemple. Il s'agit en fait de règlements particuliers mettant en jeu des critères spécifiques, différents de ceux applicables aux dossiers courants d'assurance maladie.

Ce qui a motivé la direction de la CCAS, ce n'est donc pas la possibilité qu'offrait les SE à des praticiens de traiter mieux des dossiers complexes, mais de lui permettre de concevoir elle-même un outil de formation permettant aux agents non spécialistes de traiter des dossiers particuliers. Ce qui l'a intéressée, ce n'est pas ce pour quoi les SE ont initialement été pensés, à savoir l'aide au raisonnement, le traitement optimal de problèmes complexes, la mise en forme de "connaissances", mais le caractère directement utilisable des "générateurs" de SE, sans recours et tutelle des informaticiens. Ce caractère pouvait, en effet, permettre de résoudre à terme trois problèmes essentiels du service. A savoir en élever la productivité en informatisant des tâches qui n'avaient pu l'être dans le cadre d'une informatisation classique trop rigide ; réaliser en "interne" cette informatisation sans être dépendant des conceptions et des contraintes du service informatique, source de blocages d'activité et de tensions avec le personnel ; "enrichir" le travail des décompteurs en leur offrant un outil leur permettant d'apprendre, telle était l'intention de départ, comment traiter, en plus, les dossiers particuliers de cure thermique et de maternité jusqu'alors confiés à des agents spécialisés.

Dans le domaine de l'assurance maladie, "former" est entendu comme connaître la réglementation et savoir l'appliquer. Il ne s'agit pas d'apprécier ni de trouver une solution à un cas non prévu. Dès lors, pour chaque dossier, le SE peut donner la réponse à faire et, à la demande, indiquer les articles du règlement qu'il a utilisé pour y parvenir.

Partant de là, on retrouve amplifiée une contradiction apparue avec Rufus. Pourquoi former le personnel à une tâche à l'aide d'un outil qui peut aussi donner la bonne réponse à sa place ? Cela se justifierait si le personnel une fois formé, grâce au SE en version pédagogue, était plus rapide dans l'exécution sans recourir au SE en version traitement qu'en l'utilisant, mais cela ne semble pas être le cas.

Il n'est donc pas surprenant que soit envisagée l'intégration du SE dans le système informatique centralisé permettant un traitement direct des dossiers particuliers par les décompteurs. En définitive, dans cette hypothèse, le SE n'aboutira-t-il pas simplement à un "élargissement" du travail de ces derniers à des dossiers dont la "liquidation" serait devenue banalisée, et non à un enrichissement par l'acquisition de connaissances et de compétences nouvelles ?

Fondamentalement, les deux maquettes de la CCAS partagent d'avoir initialement été envisagées comme outil de formation et d'être finalement devenues, semble-t-il, dans leur version "utilisateur" des outils de traitement banalisés de dossiers particuliers. Elles se distinguent cependant secondairement sur quelques aspects dus aux conditions dans lesquelles elles ont été élaborées et à la composition des équipes. Bien qu'il n'y ait pas eu dans l'équipe "cure thermique" d'expert praticien, la consultation épisodique par l'expert désigné (formateur, ancien décompteur) du spécialiste de ce type de dossier,

rendue possible malgré un refus d'être l'expert, et la discussion avec les "animateurs" ont permis de tenir compte dans la conception du SE, et notamment dans la succession des questions posées, de modalités pratiques qui évitent des manipulations supplémentaires et inutiles de dossiers et qui font gagner du temps. C'est cet aspect des "connaissances" qui a manqué au SE "maternité". En raison de l'indisponibilité de la personne faisant fonction d'expert, il a été élaboré à partir du seul code de la Sécurité Sociale par le deuxième membre de l'équipe, informaticien ayant par ailleurs des connaissances juridiques. De telles conditions ne pouvaient permettre, et de telles compétences ne pouvaient suffire, à concevoir une maquette totalement satisfaisante, même si elle a pu être validée du point de vue de l'exactitude des réponses.

6.5.3. Les SE "circuit de charge" et "circuit de portes" des bus : sont-ils la solution pertinente au problème posé ?

Ces SE ont été présentés comme pouvant contribuer à résoudre un problème jugé majeur par RM, à l'origine des performances insuffisantes des ateliers d'entretien. L'indisponibilité d'une fraction trop élevée du parc et la dépose trop fréquente des organes et des appareillages déficients des bus, qui affectent lourdement les résultats du service, ont été attribuées aux diagnostics trop souvent erronés des agents d'entretien et à leur manque de qualification. En les assistant dans leur activité, les SE pouvaient rendre la recherche des causes de pannes électriques plus efficace, voire efficace à 100%, et faire ainsi la démonstration manifeste de leur utilité à la résolution d'un problème important. Il ne semble pas qu'il y ait eu alors une analyse pour établir les causes du manque de compétence des agents et si un SE était l'outil pertinent pour y remédier.

Le manque d'efficacité réel ou apparent du diagnostic des agents d'entretien renvoie en effet, semble-t-il, à des pratiques de travail et à une organisation du travail, dont les effets négatifs sur les performances ne peuvent pas dès lors être éliminés par un outil technique. S'il est vrai que les circuits électriques se sont complexifiés, il est plus vrai encore que les méthodes d'entretien orientées pendant de nombreuses années vers le "préventif systématique", la généralisation des "mécaniciens d'entretien" polyvalents en lieu et place des professionnels, la politique de recrutement ont tout à la fois démotivé, créé des tensions, et entraîné des pertes de compétences. Il semble bien que l'on soit face à un problème d'une toute autre dimension que celui "d'aider" les agents dans leur diagnostic. Même efficace en lui-même, un SE peut se révéler inutile dans une telle situation.

Cette réflexion n'ayant pas été menée, ou ayant été considérée comme n'étant pas du ressort des "promoteurs" SE, l'équipe de conception a eu à travailler en fonction d'un objectif que l'on peut résumer ainsi : concevoir un SE permettant à des agents, à la qualification insuffisante ou trop peu fréquemment requise pour se maintenir, d'effectuer des diagnostics corrects et d'éviter des déposes intempestives et coûteuses. Si la vocation pédagogique du SE à élaborer était énoncée, ce dernier se devait surtout de préconiser une démarche systématique, "pas à pas", afin qu'aucune vérification ne soit oubliée et que l'agent parvienne, à coup sûr, à la solution dans tous les cas répertoriés.

Au moment de l'enquête, la maquette "circuit de charge" n'avait pas été mise en démonstration dans un dépôt. Elle l'avait été, en revanche, en fin de stage de formation d'agents dont la réaction a été d'étonnement et d'inquiétude. A quoi avait servi leur stage, ont-ils estimé, puisqu'il existait un outil capable de faire le diagnostic à leur place, et quel serait l'avenir professionnel de leur catégorie et l'évolution du contenu du travail d'entretien, si les systèmes experts se généralisaient à tous les domaines du dé-

pannage ? Le SE "circuit de charge" n'a pas été perçu par eux comme un moyen nouveau de formation ou comme une "assistance" mais comme un outil potentiellement substitutif. De fait, un OS/OP en l'utilisant peut arriver au même résultat qu'un agent qualifié. Ne sera-t-il pas tentant économiquement, voire pour "revaloriser" le travail des OP/OS, de leur confier progressivement les pannes expertisables par ce type de SE si, par ailleurs, les réparations sont simples à effectuer?

Le SE "circuit de portes", conçu après celui du "circuit de charge", répond aux mêmes objectifs et a été conçu dans le même esprit. Il s'en différencie cependant en ce qu'il concerne un domaine où les pannes sont relativement aléatoires, plus complexes, et ne sont pas toutes connues.

6.6. La validation technique et l'évaluation socio-économique des maquettes

A quelques imperfections près, toutes ces maquettes ont été "validées". Qu'a-t-on entendu par validation? De fait, a été considérée comme "validée" toute maquette déroulant normalement les questions et les réponses, et capable de fournir une réponse correcte, aux yeux des utilisateurs ou des contre-experts, à une série de cas à expertiser dans le domaine concerné. Il a été démontré, tant pour Rufus que pour les différentes applications de Nexpert, qu'il était possible de mettre et de traiter les "connaissances" des experts dans les formes requises par ces systèmes. Il s'agit là d'une validation "interne", "technique", propre au projet des concepteurs des moteurs d'inférence.

La validation par rapport aux attentes des services utilisateurs potentiels, que l'on pourrait appeler l'évaluation socio-économique de l'utilité des maquettes telles que conçues, n'a pas été faite systématiquement.

Notons que le mode de validation technique adopté est vraisemblablement contradictoire avec l'intention initialement manifestée d'élaborer des SE pédagogues. Ces derniers en effet ne le sont pas s'ils donnent systématiquement la réponse, fut-ce avec des explications. Son domaine à expertiser n'étant pas "fini", un SE pédagogue devrait être validé sur sa capacité à "donner à penser", à faire découvrir la solution adaptée, à aider l'agent à se construire une méthode.

Si le SE est d'abord conçu pour donner la bonne réponse au maximum de cas possibles, et ce en optimisant la succession des questions et en utilisant tous les raccourcis qui font gagner concrètement du temps dans l'exécution du travail, alors ce SE là est nécessairement substitutif au praticien qualifié, pour la partie analyse-diagnostic de son activité, et n'est que formellement formateur. N'est-ce pas le problème de Rufus pour en faire un SE pédagogue, et lui trouver une utilité dans le contexte de FR?

Les attentes du service utilisateur des maquettes "cure thermique" et "maternité", le CCAS, étaient différentes de celles de FR. La démonstration d'une maîtrise de ce nouvel outil informatique par l'utilisateur, moyennant une assistance technique légère, a été pleinement faite. Elle ouvre des perspectives vers une informatique par et pour ceux qui s'en servent.

En revanche, l'idée de départ de concevoir des SE de formation, pour permettre aux décompteurs de gérer les dossiers particuliers et ainsi "enrichir" leur travail, n'a pas été ou n'a pas pu être poursuivie. Dans sa version "utilisateur" intégrée au système de traitement informatique, le SE "cure thermique" se présente comme un moyen de suivre et de liquider sur un mode banalisé des dossiers qui n'avaient pu l'être jusqu'à présent.

Ce SE semble donc avoir trouvé son utilité, mais dans le cadre d'une simplification du travail et non dans un processus d'enrichissement de l'activité des décompteurs, comme ces derniers le demandaient. Dès lors, les postes de travail qualifié de gestion des dossiers particuliers seraient supprimés sans pour autant que le transfert de ces opérations aux décompteurs se traduise, pour ces derniers, par une amélioration sensible du contenu de leur travail. Si l'objectif d'élever la productivité du service serait ainsi atteint, il ne le serait que par une banalisation du traitement des dossiers qui échappaient jusque là à l'informatisation.

Les SE "circuits de charge" et "circuits de portes" au Routier, rapidement élaborés, fiables dans leur diagnostic, satisfont à l'exigence de donner à l'agent le moins compétent la solution l'empêchant de prendre des décisions erronées et coûteuses, en terme d'immobilisation de bus, et d'échanges, sans raison, d'organes ou d'appareillages.

Reste à savoir si le problème que les SE du Routier sont censés résoudre est bien le problème à l'origine des résultats insatisfaisants de l'entretien des bus. On a vu que ces derniers sont, peut-être, moins dus à une déficience structurelle de compétence des agents qu'à une évolution de l'organisation du travail et des relations professionnelles dans les dépôts ayant engendré les pratiques de travail que l'on déplore.

Reste enfin à se demander si les SE tels que conçus n'accroîtraient pas encore plus les tensions avec les mécaniciens d'entretien, voyant en eux une suite logique aux actions antérieures de banalisation de leur travail. Ne sont-ils pas une forme de fuite en avant techniciste, en lieu et place d'une réflexion de fond sur la détérioration des rapports au sein des dépôts et sur la démotivation des agents?

6.7. La "maintenance" des SE

Ce terme, abusivement transplanté de l'activité productive, et généralisé à toute activité de modification, désigne la mise à jour, l'enrichissement et la rectification de la base de connaissances. Elle ne se pose que dans les domaines où la connaissance n'est pas "finie", où tous les cas possibles ne sont pas encore ou ne pourront jamais être répertoriés. A dire vrai, il est probable que les domaines de connaissance "finie" sont très peu nombreux. Ils doivent être très restreints, isolables des autres domaines ou modules, et constitués d'éléments en relations dépendantes et univoques. Le "circuit de charge" sur les bus semble en être un exemple, et avoir permis de concevoir un SE pouvant traiter toutes les pannes imaginables, dans la limite toutefois des bus dotés du même type de circuit de charge. Enfin, un SE qui ne concerne qu'une petite partie de l'activité à expertiser, souvent la plus simple puisque "finie", ne présente qu'un intérêt limité. En conséquence, la "maintenance" des SE et ses conditions de réalisation sont une dimension essentielle de leur validité.

6.7.1. La "maintenabilité" des SE

Par ce terme, on entend usuellement le degré de facilité et de rapidité que permet l'outil utilisé pour effectuer des modifications, des mises à jour et des accroissements de la base de connaissance. Les SE ont l'immense avantage par rapport aux programmes informatiques de pouvoir être modifiés sans remise en cause de l'architecture générale du programme et donc de pouvoir l'être beaucoup plus rapidement. Toutefois, entre les SE à la carte type Rufus et les générateurs de SE type Nexpert, il existe des différences notables du point de vue de la maintenabilité.

Rufus, ayant un moteur d'inférence spécifique, nécessite pour être rectifié ou enrichi de faire appel au cognitif qui a conçu les règles et les formes correspondantes de présentation des connaissances. Les délais de mise à jour peuvent être allongés si les connaissances nouvelles ne peuvent s'énoncer et être utilisables qu'à l'aide de nouvelles règles à formaliser.

Avec les générateurs de SE, cet "inconvenient" n'existe pas dans la mesure où les types de règles utilisables sont déterminés à l'avance et où ne sont recevables que les connaissances exprimables dans le cadre de ces règles. La maintenabilité des SE type Nexpert a donc pour contrepartie leur rigidité conceptuelle et leur application à des domaines limités et relativement pauvres de "connaissances". Il semble toutefois que ce générateur ait fait l'objet récemment de diversification et d'accroissement de puissance.

6.7.2. L'organisation de la "maintenance" des SE

Pour une même catégorie de SE, plusieurs modalités sont possibles. Le choix dépend de l'objectif assigné au SE qui, lui-même, relève de l'organisation du travail, dans l'atelier ou le service, que l'on veut conserver ou promouvoir. Considérons les générateurs de SE

6.7.2.1. La maintenance par les experts praticiens eux-mêmes

A supposer qu'ils maîtrisent le guide méthodologique de présentation de leurs connaissances, ils modifient le SE au fur et à mesure des cas nouveaux rencontrés, des solutions trouvées et des démarches optimisées. Outil de mémorisation et de socialisation des savoir-faire individuels, il n'a d'intérêt pour des experts praticiens que pour les cas peu fréquents dont ils pourraient avoir oublié en partie la façon de les traiter, et pour les cas rencontrés pour la première fois que des collègues pourraient avoir déjà eu l'occasion de résoudre.

Plusieurs conditions à ce mode de maintenance. Les utilisateurs finaux sont des agents qualifiés. Les cas peu fréquents ou nouveaux sont au total nombreux, et la mémorisation et la disponibilité de leur résolution permet un gain de temps appréciable. Les agents sont d'accord pour partager, certes entre eux, mais d'une manière anonyme, leur savoir. Les réponses données par le SE sont, pour la plupart, une aide et non une solution à appliquer, elles laissent une large place à l'appréciation et à la réflexion de l'agent. Un arbitrage est à organiser pour choisir entre les expertises portant sur le même cas. Le moteur d'inférence du SE doit être suffisamment riche pour accepter la multi-expertise. Le SE n'a d'intérêt que s'il offre au final une masse et une diversité d'informations et de connaissances supérieures à celles que contient le calepin ou le cahier de l'agent et sous une forme plus pratique, ou bien encore à celles que les agents se transmettent oralement en de multiples occasions. Cette modalité de maintenance n'a été imaginée jusqu'à présent que pour le reprofilage de roues.

6.7.2.2. La maintenance par l'expert-concepteur

Elle peut se faire de deux façons. Soit l'expert est un formateur ou un expert étude, ancien praticien et il trouve régulièrement un agent qui lui communique les nouveautés ou les modifications à introduire. Soit l'expert est occasionnellement praticien lui-même. Il est appelé pour résoudre précisément des cas difficiles, dont il peut ensuite formaliser la solution. La maintenance envisagée pour tous les SE étudiés se ferait selon l'une ou l'autre façon.

6.7.2.3. La maintenance par un agent d'études

Le domaine est exploré quasiment scientifiquement et une solution est établie pour chaque cas de figure. Cette solution n'est imaginable que dans des domaines bien délimités.

CONCLUSION

L'AVENIR DES SYSTEMES EXPERTS EST DEJA FORTEMENT MARQUE, MAIS IL N'EST PAS JOUE

L'introduction des SE s'est faite à la RATP à un moment et dans un contexte marqués par les avancées de l'Intelligence Artificielle et par les attentes et les espoirs qu'elle a fait naître. Conçus en laboratoire, hors des contraintes du "monde réel", les systèmes experts ont été imaginés comme outils de mémorisation, d'élargissement et d'enrichissement des connaissances, d'amplification du raisonnement humain et d'élévation des capacités d'expertise, à la disposition entière des utilisateurs finaux capables tout à la fois d'en concevoir et d'en formuler les règles, de les "maintenir" et de les mettre en oeuvre pour leurs propres fins.

Bien qu'engagée avec des ambitions beaucoup plus modestes, l'expérience SE à la RATP a baigné à l'origine dans cette ambiance intellectuelle et a eu en arrière-fond l'idéal de l'Intelligence Artificielle. Elle a ensuite évolué en passant à travers le crible des contraintes, des urgences et des rapports sociaux propres à l'entreprise et aux services concernés.

Pour démontrer l'utilité et l'opérationnalité des systèmes experts, promoteurs, fournisseurs et concepteurs se sont de plus en plus emparés des problèmes d'organisation des services d'accueil, sans procéder au préalable à une analyse critique de ces problèmes, pour en comprendre l'origine, et pour s'interroger sur l'adéquation du SE, dans son idéal premier, à y répondre.

Bien qu'envisagé initialement comme outil de formation, les différents SE ont été conçus comme devant fournir les vérifications à faire et la réponse optimale à appliquer, pour chaque cas rencontré. Ils sont de ce fait, même s'ils sont en mesure de donner des explications, potentiellement substitutifs aux agents qualifiés et ne peuvent qu'être perçus comme s'inscrivant dans une logique de banalisation, de polyvalence et de réduction du nombre d'experts praticiens nécessaires.

Pour tendre vers leur idéal d'origine et pour éviter de contribuer à un processus de division accrue du travail, qui ne peut que les disqualifier auprès des agents, les SE devraient présenter deux caractéristiques essentielles. D'une part, être conçus différemment. Pour qu'ils soient réellement formateurs, il ne faut pas qu'ils restituent telles quelles les connaissances des experts, mais la méthode sous-jacente à leur capacité d'expertise, le cadre de leur intelligence des situations. Il s'agit plus de "méta-connaissances" que de "connaissances". Pour les "extraire", il reste encore à faire un effort conceptuel considérable. D'autre part, être entre les mains et sous le contrôle des utilisateurs finaux, seule garantie qui puisse être donnée à ceux-ci que les systèmes experts ne soient pas l'outil de leur élimination, mais au contraire un moyen de leur "mobilité par le haut" suite à l'amélioration de leurs performances. Cela implique une évolution sensible des rapports de travail et du "management", et l'abandon d'une vision par trop "techniciste" de l'amélioration de la productivité par les concepteurs. Cela implique aussi une évolution de l'outil lui-même, un enrichissement très important des

moteurs d'inférence et des formes de règles pour qu'ils soient adaptés à une utilisation directe (de la conception à l'exécution) par des praticiens.

Bref, on peut se demander si ce n'est pas compromettre l'avenir des SE et leur usage possiblement qualifiant et performant, que de vouloir en généraliser hâtivement l'usage au stade où ils en sont et au point encore bien insuffisant des évolutions des rapports de travail. Les expérimentations pourraient être utilement réorientées vers des situations préfigurant des contextes sociaux de travail novateurs.

Notes

1. Cette société venait de se créer, comme d'autres à la même période. Elles cherchaient des crédits et des contacts dans les entreprises pour effectuer des réalisations opérationnelles à partir de leurs logiciels SE
2. Deux critères ont joué pour le choix de l'expert : 1. "la connaissance du matériel" ; 2. "le fait "qu'il possède une idée de la maintenance plus globale que celle de l'utilisateur direct". Sa participation au projet avait été sollicitée en raison de son expérience de contremaître visiteur et de sa trajectoire à la RATP allant du terrain aux études, "ce qui lui permettait d'avoir une vision d'ensemble sur la maintenance. L'expert travaillait déjà, au moment de l'expérience Rufus, à la construction des bancs d'essai pour les équipements électroniques embarqués" ; mais il possédait aussi, à la fois une expérience de travail en tant que contremaître visiteur et une connaissance du matériel choisi pour l'expertise, ayant fait de la "Visite" et du réglage sur voie d'essai. Il n'avait en revanche aucune expérience en système expert.
3. Le premier système a été proposé et conçu par le constructeur MATRA, les études concernant le second, le SIAD, ont été menées en commun par la RATP et le constructeur ALSTHOM ; la réalisation s'est faite avec le LAS (pour la partie "soft") et avec la CGE Marcoussis.
4. Et donc à moindre coût.
5. En effet, il n'existe pas encore, ni dans l'entreprise, ni chez le constructeur, au niveau des études, d'indications suffisantes sur le comportement du nouveau matériel, une fois en service, et sur le type d'anomalies qui pourraient se présenter.
6. "Quand la mesure est faite par un capteur, on est à peu près sûr que la réponse fournie est bonne. Quand le renseignement est demandé à un CV, il peut avoir un moment d'inattention, ou se tromper dans la réponse, ou bien encore avoir mal compris la question. L'information peut être incohérente, Rufus devait pouvoir contrôler la cohérence des renseignements et si besoin est pouvoir repasser la question".
7. Sur un matériel peu modulaire, la recherche de la panne exige une compréhension du train dans son ensemble. Selon l'expert, il y a sur ce type de matériel beaucoup d'éléments disparates qui réalisent une fonction. Ce qui fait que les recherches ne sont pas évidentes". Vous passez du temps, car pour beaucoup de paramètres il faut aller les vérifier et il y a un nombre de cas de pannes important. Les causes des pannes sont bien plus multiples que sur un équipement modulaire, parce que au 1er échelon, sur un équipement modulaire, vous changez carrément une fonction complète. Une fois que vous avez diagnostiqué que la fonction est mauvaise, vous éliminez la panne très facilement". Ce qui n'est pas le cas pour le MS61.
8. Les contremaîtres visiteurs sont recrutés sur concours interne (il s'agit très souvent d'électriciens d'origine) ou par recrutement extérieur au niveau BTS (il y a notamment des BTS électroniques). Depuis quelques années, l'intervention en ligne se fait à deux. Le contremaître visiteur est assisté d'un AACV (Agent d'Accompagnement de CV) de niveau technicien. Les plupart des AACV ont été recrutés extérieurement et possèdent un bac technique. Ils reçoivent une formation au matériel et une formation pratique en accompagnant le CV. Contremaîtres visiteurs et AACV ne font plus uniquement, comme autrefois, que de l'intervention en ligne de "la visite". Ils effectuent des périodes de dépannage "curatif" en atelier d'entretien.
9. L'utilisation du SE devait être, selon les concepteurs, volontaire et à la carte, en fonction des besoins des dépanneurs.
10. Il existe des règles claires définissant les cas d'arrêt obligatoire du train. Selon l'expert, les signalements sont précis, pour des avaries qui engagent la sécurité, qui gênent l'exploitant, telles que les pannes

portes. Mais ce n'est pas le cas pour les autres avaries notamment pour les plus fréquentes d'entre elles "les motrices inactives".

11. Difficulté fréquente aussi pour des visiteurs plus chevronnés, due notamment aux modifications apportées sur les trains et non reportées sur les schémas dont disposent les visiteurs. De plus, les schémas, mêmes corrects, ne constituent pas toujours une aide "quand un bloc est en cloison de loge, il y a peut-être 50 relais. Le temps de trouver le bon parmi les 50, on passe déjà énormément de temps". Par ailleurs, d'une manière générale, sur les schémas, la localisation est décrite de manière nécessairement sommaire.

12. La recherche de la panne, le diagnostic, est le coeur du métier du visiteur. La partie la plus valorisée, la plus intéressante de son travail.

12. Le calepin de chaque CV contient les notes prises tout au long de sa vie de travail. Il y dessine la situation des blocs sur les trains, il y écrit souvent des recettes de dépannage qui se transmettent de bouche à oreille. Généralement le visiteur chevronné transmet aussi ses connaissances au nouveau par le biais de son calepin, que ce dernier recopie en grande partie. "Ensuite, c'est lui qui étaye son propre calepin avec ses expériences, compte tenu des difficultés qu'il rencontre. Le calepin s'étoffe un peu à chaque fois..."

13. Selon A. Bonnet.

14. Contrairement à ce qui était prévu au départ, Rufus, qui ne devait traiter qu'une dizaine de pannes en diagnostic, en traite 74, mettant en oeuvre une combinaison de 286 paramètres.

15. Parmi les règles de la base de règles, 80% sont purement techniques, 20% sont "organisationnelles"; celles qui tiennent compte des emplacements géographiques le long du train, celles qui consistent à utiliser des raccourcis logiques, celles qui consistent à vérifier la cohérence du système.

16. A l'expert de donner l'expertise. Au cognicien de mettre en oeuvre l'heuristique nécessaire à son expression. Comme le dira l'expert, "je ne savais même pas au départ ce qu'était un SE".

17. De façon à avoir à chaque fois "état de départ - procédure - état d'arrivée".

18. La différence entre la démarche menée par l'expert pour le SE et la démarche du terrain apparaît de manière plus évidente à partir d'un exemple dont la formulation pour le SE a été difficile. Soit, parmi les pannes de motrice inactive, le traitement des pannes d'inversion de traction-freinage et de sens de marche. Il est vrai qu'il s'agit là de pannes réputées "vicieuses", dont le diagnostic est une preuve de la possession du métier pour celui qui est capable de l'effectuer. Dans ces pannes, le dispositif séquentiel a l'inconvénient de présenter des états identiques à différentes étapes de la séquence. La plus grande difficulté, selon l'expert, est que pour le SE il était nécessaire de décrire la séquence et de bien particulariser chacune des étapes, ce qui permettait de les dissocier en quelque sorte. Or sur le terrain le dépanneur ne dissocie pas les étapes. Les données techniques, de matériel, de contexte, etc, sont toutes saisies simultanément. "On n'y réfléchit pas vraiment, on arrive par itérations successives au résultat". Le problème était de reprendre ce raisonnement. D'aiguiller les gens vers de tout petits détails qui ne sont pas du tout immédiats. La démarche d'esprit est naturelle pour le dépanneur, mais l'expliquer est plus complexe.

Pour parvenir à modéliser ces pannes, il leur a été nécessaire de suivre une toute autre démarche. "On a réussi à coder cette partie en faisant une sorte d'analyse complète. On a déterminé un certain nombre de critères, de paramètres et on demandait au visiteur de les vérifier tous simultanément, et suite à cette acquisition par la machine de l'ensemble de ces paramètres et de leur état en quelque sorte, on arrivait à faire ce pas, de descendre d'un cran vers l'autre et d'aller petit à petit vers le dépannage. Mais la grosse difficulté est de ne pas oublier de paramètres".

19. Les "recettes" sont déjà en fait des règles formalisées, conçues dans la pratique du terrain à partir des raisonnements peu ou non formalisés. Par exemple, un des cas traités par Rufus, souvent cité en tant que preuve de la capacité du SE à traiter des savoir-faire pratiques informels: l'échauffement des roues" qui permet aux dépanneurs de déduire que le frein réostatique est en panne, ce qui est un raccourci d'expertise. Un raisonnement à partir de la conséquence de la panne a pu être traité sans difficulté par le SE. Le paramètre "échauffement des roues" pouvait être considéré comme un symptôme et sa présence orienter le diagnostic. Ce fait est dans la base de règles qui prévient l'opérateur d'aller toucher les roues. Autre raccourci logique, "aller écouter si le JH a bougé".

20. Dans l'exemple des pannes d'inversion de traction-freinage cité plus haut, la résultante de la formalisation de l'expertise: la démarche de terrain, la procédure qu'un dépanneur devait suivre aidé par le SE, n'est pas celle qu'aurait suivie l'expert lui-même.

21. Le contre-expert avait une longue expérience du matériel et participait aussi aux modifications SACEM alors en cours.

22. Dans cette étape, le contre-expert sera d'une grande aide pour les concepteurs de Rufus. Ainsi pour la mise à jour des schémas, "il connaissait, selon l'expert, les ultimes modifications qu'il avait notées dans ses tablettes et dont il était pratiquement le seul détenteur, parce que c'est lui qui avait effectué une

grande partie des modifications". Par ailleurs, "grand connaisseur des phénomènes d'usure du matériel, bien que surpris, il a trouvé l'explication pour les pannes masquées".

23. De montrer à l'intervenant dans quel contexte le système était en train de raisonner, c'est-à-dire s'il raisonnait avec telle manette ou tel levier, dans telle position, le contexte physique étant important pour l'utilisateur.

24. y compris financièrement.

25. Ce qui rendait le SE Rufus d'un coût jugé élevé. La nécessité de recours au cogniticien extérieur était aussi perçue comme étant de nature à entraîner une dépendance permanente à l'égard du fournisseur extérieur. Cet obstacle est actuellement aplani, du moins sous un de ses aspects. La Cognitech a cédé en 1988 à la RATP un droit d'utilisation du logiciel Cognitif, indispensable à la maintenance de Rufus. Un agent du service Méthodes et Organisation, ancien contremaître visiteur, disposant de bonnes connaissances en informatique, travaille depuis l'automne 1988, à temps complet sur cette tâche, mais dans un premier temps il lui faut acquérir la connaissance du logiciel et la compréhension de la manière dont le système spécifique Rufus a été perçu et réalisé. La reprise et l'extension de Rufus, sur la base d'autres démarches d'expertise et sans cogniticien sera-t-elle possible?

26. Cette possibilité permet de mieux comprendre l'évolution de l'expérience menée à la CCAS et la perspective d'insérer le logiciel (le SE) dans le système informatique préexistant.

27. A la CCAS s'effectue actuellement un travail de réécriture en langage de la 4ème génération de l'ensemble de l'application. Au terme de ce travail, le SE pourrait être inséré dans l'ensemble des programmes, simultanément l'informatique des utilisateurs deviendrait plus consistante; en particulier la maintenance serait éventuellement à charge de la CCAS.

~La répartition des tâches de réparation entre les dépôts et l'atelier central a été modifiée depuis 1981: les petites réparations sont ainsi désormais prises en charge par les dépôts.

~Une autre possibilité avait été envisagée: l'aide à l'agencement des tâches dans un atelier de G.R.

~D'autant qu'il existe des règles à respecter entre les roues du même essieu, voire entre les roues du même boggie, et dans bien des cas lorsqu'il y a ré-usinage d'une seule roue déformée, il devient nécessaire d'usiner les autres. Par ailleurs, il y a un potentiel fixe d'utilisation des tours à roues "au-delà d'une certaine charge il est difficile d'y faire face, ou alors il faudrait investir dans l'achat de nouveaux tours à roues supplémentaires".

~Il n'y a pas eu d'étude statistiques de faite pour mesurer la part des deux façons de travailler.

~La perte des savoir-faire est-elle la cause unique? D'autres explications sont aussi à rechercher. On a pu constater en effet que des tourneurs chevronnés appliquent eux aussi, plus systématiquement qu'avant, les profils nominaux. Un des experts potentiels connaissait très bien pour chaque cas ce qu'il fallait faire... mais indiquait, en même temps, que dans son travail il ne le faisait pas et appliquait la notice technique".

~Le temps de réalisation estimé était très court. Il devrait comprendre entre deux à trois mois de travail effectif de la personne chargée de projet. Temps qui en principe devait s'étaler entre le deuxième trimestre 1988 et le deuxième trimestre 1989.

~Ce réseau qui existait de manière plus ou moins informelle s'est constitué dans la période de notre enquête, en groupe avec des réunions régulières suivies par Euréquip.

~Comme le dira le cadre cogniticien, "les roues, c'est le problème critique du matériel". On n'a pas le droit de rater une roue, sinon c'est le déraillement.

~Il s'agit d'un intervalle moyen estimé par le concepteur du SE Les "Petites Révisions" se font à périodicité variable dans les différents ateliers de révision, en fonction du matériel roulant, du kilométrage, etc. Chaque relevé comprend plusieurs mesures pour chaque roue tenant compte de plusieurs paramètres qui interviennent dans leur usure et déformation. Ces mesures sont mises au fichier pour chaque numéro d'essieu de chaque train. La base du fichier est ainsi continuellement enrichie. Il est possible de disposer d'historiques des relevés remontant à plusieurs années. Le fichier qui était autrefois manuel, est à l'heure actuelle informatisé.

~Selon le concepteur, actuellement, en règle générale, les tourneurs mesurent bien les paramètres mais ils ne font pas, selon lui, forcément de relation avec les résultats qu'ils doivent obtenir..., d'où en partie l'application systématique des profils de la norme.

~Ainsi, par exemple, la tendance d'une ligne à user les roues d'une certaine manière ne rend pas compte forcément et toujours d'une situation spécifique. Un défaut de graissage des roues va provoquer une usure là où habituellement on n'en constate pas. De même le profil optimum théorique n'est pas forcément le plus souhaitable dans tous les cas: "pour reprofiler une roue, il faut tenir compte de l'environnement". Il peut arriver qu'après avoir fait un reprofilage sur une roue, il devienne nécessaire de reprofiler celle d'à côté. "Alors si on reprofile un peu moins, ça pourrait éviter de faire aussi du travail sur celle d'à côté". Pour l'élaboration du SE, le cadre concepteur cogniticien a veillé de tenir compte d'un maximum d'élé-

ments, tout en soulignant que pour intégrer tous les cas spécifiques, "il faudrait prendre en compte l'ensemble des éléments du train, mais ce serait un travail de titan, trop long pour être réalisable ou utile".

~Les modalités de contrôle d'utilisation du SE d'une part, et le recueil des justifications du choix des tourneurs d'autre part, ne sont pas encore arrêtées. Une des méthodes qui, selon le concepteur, pourrait être adoptée, serait d'exiger des tourneurs qu'ils justifient leur choix en même temps qu'ils consignent leurs mesures après reprofilage. Les cotes prises après reprofilage sont actuellement marquées par les tourneurs sur une feuille remise ensuite au fichier. Pour une gestion plus aisée de la base de données du fichier, il serait envisagé, mais non encore prévu, que le tourneur puisse, à terme, porter directement ses cotes sur sa disquette. Cela permettrait de contrôler si le SE a été consulté ou non.

~Même si les changements sont lents, les formes d'usure, le temps d'évolution des profils, pourront continuer à varier, ne serait-ce que par la mise en service de nouveaux matériels et par l'usage qui en sera fait.

~G. de Tersac et J.L. Soubie. "Des experts aux systèmes experts" in *Le Travail humain*, tome S1, numéro 2, 1988, p 122.

~Mais le contenu d'un "calepin" n'a pas à répondre à des règles formelles d'énonciation et s'adapte à toutes les situations.

Il semble d'ailleurs s'être complexifié plus par erreur de conception et par mauvaise organisation de la construction des bus que des suites d'une tendance inéluctable. La modularisation et le multiplexage devraient normalement avoir l'effet inverse.